تمہید منجانب مترجم

اس کتاب کا بیشتر حصہ ڈاکٹر ایچ۔ ایس۔ ایلن اور ایچ مؤر
کی ٹکسٹ بک آف پریکٹیکل فزکس کے مقناطیسیت اور برق
کا ترجمہ ہے۔ اس میں جتنے بھی تجربے بیان کئے گئے ہیں
ایسے ہیں کہ انکو بغیر کسی غیر معمولی مشقت کے ہر ایسا طالب
علم جس نے انٹرمیڈیٹ کی جماعت میں عملی کام کا تھوڑا سا
تجربہ حاصل کرلیا ہو انجام دیسکتا ہے۔ مبتدیوں کی ضروریات
کے لئے جابجا مفید ہدایتیں درج کی گئی ہیں۔ اکثر ضابطے اور
کلیئے جن کی صداقت کی بنا پر عملی طبیعیات کے تجربے مرتب
کئے جاتے ہیں اس کتاب میں، بطور تمہید نظری نقطہ نظر سے
ثابت کئے گئے ہیں۔ اس میں یہ فائدہ ہے کہ طالب علم کو
عملی طبیعیات کا نصاب پورا کرنے کے لئے نظری طبیعیات کے
لکچروں کا انتظار کرنا نہیں پڑتا۔ مختلف طالب علموں کو وقتِ
واحد میں مختلف تجربے دئے جاسکتے ہیں۔ اور ایک ہی وقت
میں طالب علم طبیعیات کے مختلف شعبوں کے تجربے کرسکتا
ہے۔ جن معملوں میں طلباء بکثرت ہوں اور قلتِ تعددِ آلات
کی وجہ سے ایک ہی قسم کا تجربہ سبھوں کے لئے وقت واحد
میں ترتیب نہیں دیا جاسکتا وہاں ایسی کتاب بہت سود مند
پائی جاتی ہے۔ جیسا کہ اس سے پیشتر آواز اور نور کی جلد
میں ذکر آیا ہے ان تجربوں کو قابل اطمینان طریقہ پر انجام
دینے کے لئے بیش قیمت آلات کے استعمال کی ضرورت نہیں

معمولی کم قیمت سامان جو باآسانی خریدا جاسکتا ہے یا خود معمل ہی
میں ذراسی کوشش سے تیار کرایا جاسکتا ہے بخوبی کام دیسکتا
ہے۔ صحت نتائج کے لیئے نہ صرف آلات حساس ہونے چاہئیں
بلکہ مشاہدہ کرنیوالا بھی فراست اور ہوشیاری کیساتھ کام کرنا چاہئے۔
اصل کتاب میں بعض اہم تجربے داخل نہیں ہیں۔ چند سال
قبل انکو وہ اہمیت حاصل نہ تھی جو اَب انکو برقی انجینرنگ کی ترقی
کیساتھ حاصل ہے۔ اسلیئے مترجم نے بطور خود انکو کتاب کے اخیر میں
زائد مضامین کے عنوان سے شامل کردیا ہے۔ چونکہ یہ تجربے نسبتاً
مشکل واقع ہوئے ہیں اسلیئے انکو صراحت کیساتھ سمجھانے کی کوشش
کی گئی ہے۔ جن ہدایات کیطرف طالب علم کو متوجہ کرایا گیا ہے اگر
وہ اُنپر کاربند ہو تو جوابات یقیناً تشفی بخش برآمد ہونگے۔ ان زائد
تجربوں کی تفصیل حسب ذیل ہے:-

فصل (۱) کلون کے دوہرے پل کا تجربہ موصلوں کی مزاحمت کی تعیین کیلیئے۔
" (۲)۔ بیلسٹک رو پیما کے تعبیر کے دو طریقے۔
" (۳)۔ بیلسٹک رو پیما کے ذریعہ برقی مکثفہ کی گنجائش کی مطلق پیمائش
" (۴)۔ " " اور مکثفہ کے ذریعہ دو برقی محرکوں کا مقابلہ۔
" (۵)۔ لچھے کی ذاتی امالیت کی تعیین۔
" (۶)۔ دو لچھوں کی باہمی امالیت کی تعیین۔
" (۷)۔ برق پاشیدوں کی مزاحمت اور موصلیت کی تعیین متبادل رو کے ذریعہ۔

امید کیجاتی ہے کہ ان مزید اور اہم تجربوں کی شرکت کیوجہ سے یہ کتاب
ہندوستان کے تمام جامعوں کے بی۔اے اور بی ایس سی کے نصابوں پر
حاوی ہے۔ یہاں یہ بیان کرنا ضروری معلوم ہوتا ہے کہ اس زائد
مضمون کی ذمہ داری صرف مترجم پر عائد ہے۔ انگریزی کتاب کے
مصنفین اس سے بری ہیں

محمد عبد الرحمن خان

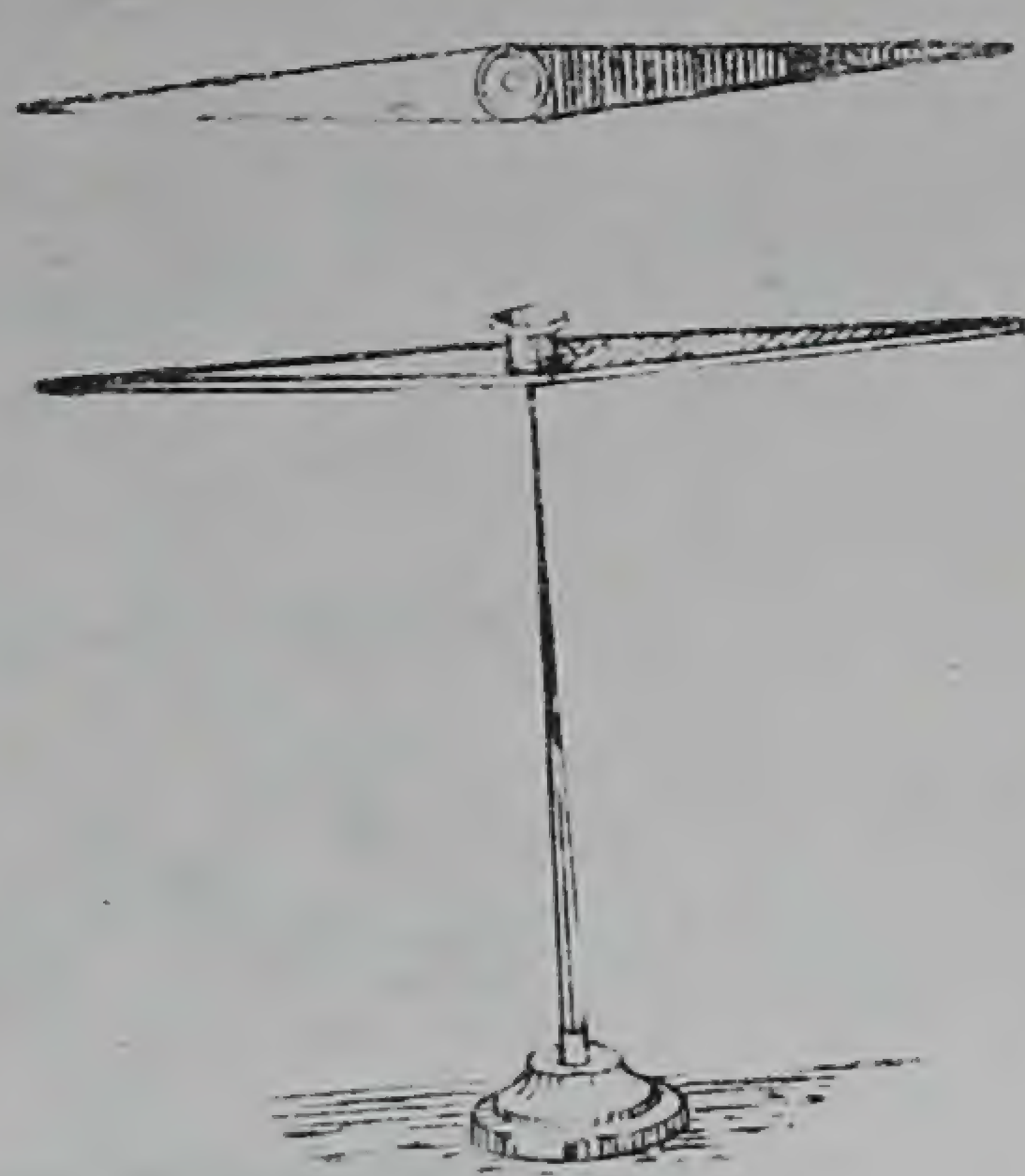
پہلا باب

اساسی خواص اور کلیّے

فصل (۱) اساسی خواص اور تعریفات

مقناطیس کی خاصیت یہ ہے کہ وہ لوہے کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف جذب کرتا ہے اور جب اس کو اس طور پر لٹکایا جاتا ہے کہ پوری آزادی کے ساتھ پھر سکے تو ایک مخصوص سمت اختیار کر لیتا ہے۔ جب مقناطیس ایک انتصابی محور پر گھوم سکتا ہے تو اُس کے جسم کی ایک غیر متبدل سمت زمین کی ایک مخصوص اور غیر متبدل سمت کے متوازی ہو جاتی ہے۔ مقناطیس سے متعلق جو سمت ہوتی ہے اُس کا مقناطیسی محور کہلاتی ہے، زمین سے متعلق سمت مقناطیسی نصف النہار کہلاتی ہے۔ مقناطیس کی شکل خواہ کچھ ہی ہو اس کے طرز عمل سے عموماً یہ ظاہر ہوتا ہے کہ اس کے اندر دو ایسے مخصوص مقام ہیں جہاں سے جذب و دفع کی قوتوں کا نفاذ ہوتا ہے۔ یہ مقام یا نقطے مقناطیس کے قطبین کہلاتے ہیں۔ جو قطب شمال کی طرف

بتاتا ہے اس کا **شمالی قطب** کہلاتا ہے اور دوسرا **جنوبی قطب**۔

شمالی **قطبیت** بنظر سہولت عموماً مثبت قرار دی جاتی ہے اور جنوبی **قطبیت منفی**۔غیر مشابہ قطب یا مخالف علامتوں کے قطب ایک دوسرے کو جذب کرتے ہیں، اور مشابہ قطب (یا ایک ہی علامت کے قطب) ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

شکل (۱)

مقناطیسی سوئی

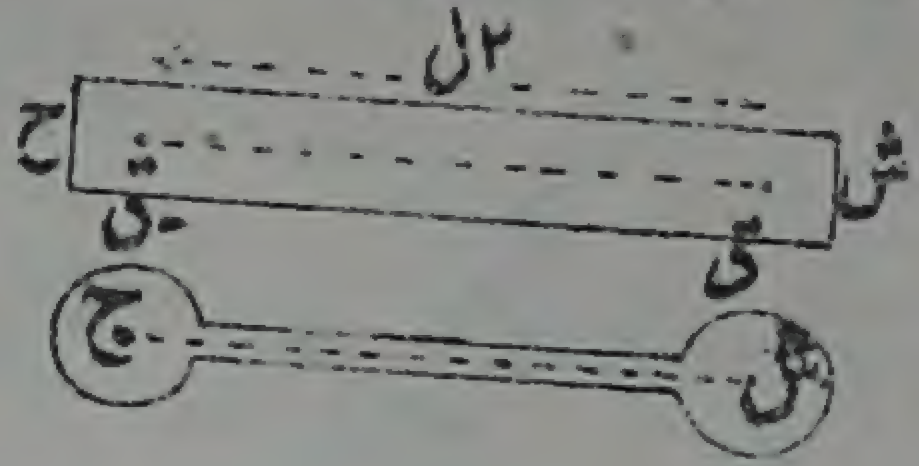
اِکائی قطب کی تعریف۔

جو قطب اپنے مساوی اور مشابہ قطب کو، جبکہ وہ ہوا میں اُس سے ایک سنٹی میٹر دور ہو، ایک ڈائین کی قوت سے دفع کرتا ہے قطب کی اِکائی کہلاتا ہے۔

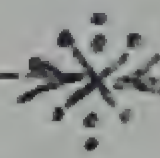
کسی مقام پر مقناطیسی میدان کی حدّت کی تعیین

اُس قوت سے ہوتی ہے جو شمالی قطب کی اِکائی پر عمل کرتی ہے جبکہ وہ اُس مقام پر رکھی جائے۔ قوت ڈائینوں میں ناپی جانی چاہئے۔ بعض اوقات اس کو اس مقام پر کی مقناطیسی حِدت بھی کہتے ہیں۔

واضح ہو کہ مقناطیسی حدت کی پیمائش ڈائینوں میں فی اِکائی قطب (یا گاؤسوں میں) ہوتی ہے۔ اور حیلی قوت کی پیمائش

محض ڈائیپوں میں ہوتی ہے۔
جفت کا معیار اثر جو کسی مقناطیس کے محور کو اکائی حدت کے مقناطیسی میدان پر علی القوائم قائم رکھنے کے لئے چاہیئے اس کا مقناطیسی معیار اثر (م) کہلاتا ہے۔ اس کی عددی قیمت مقناطیس کے قطب کی قیمت (ق) اور قطبین کے درمیانی فاصلہ (۲ل) کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتی ہے۔

شکل (۲)
سلاخی مقناطیس اور کرّے دار مقناطیس

$$م = ق \times ۲ ل$$

فصل (۲) مقناطیسی میدانوں کی نقشہ کشی

مقناطیسی حدت کا خط مقناطیسی میدان میں اس طرح واقع ہوتا ہے کہ ہر مقام پر اس کی سمت اس مقام پر کی حاصل مجموعی مقناطیسی قوت کی سمت ہوتی ہے بالفاظ دیگر وہ ایسا منحنی ہے کہ کسی مقام پر بھی اس کے خط مماس کی سمت وہی ہوتی ہے جو ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس، اس مقام پر اختیار کر لیتا ہے۔ جس سمت میں ایک فرضی ا مجرد قطب حرکت کرتا ہے قوت کے خط کی مثبت سمت کہلاتی ہے۔ مقناطیسی قوت کے خطوط کی نسبت یہ فرض کیا جاتا ہے کہ وہ شمالی مقناطیسی قطب سے نکلتے ہیں اور جنوبی قطب پر ختم ہوتے ہیں۔ مقناطیس کے جسم کے اندر بھی وہ موجود ہیں۔ یہاں ان کی راہ جنوبی قطب سے شمالی قطب کی جانب ہوتی ہے گویا وہ بند حلقے ہیں جن کا کچھ حصہ جسم مقناطیس میں ہوتا ہے اور باقی اس کے باہر

ہوا میں مقناطیسی حدت کے خطوط، تجربہ کے ذریعہ دو جداگانہ طریقوں سے کھینچے جاسکتے ہیں یا لوہچوں کے ذریعہ یا ایک چھوٹی کمپاس سوئی کے ذریعہ۔

تجربہ (۱) میز پر شیشہ کی ایک تختی دو لکڑی کے ٹکڑوں پر افقی وضع میں رکھی جاتی ہے، اور اس کے نیچے ایک یا اس سے زیادہ مقناطیس ترتیب دیئے جاتے ہیں۔ شیشہ پر کاغذ کا ایک تاؤ پھیلاکر ململ میں سے باریک لوہچوں اس پر گرایا جاتا ہے۔ شیشہ کو آہستہ آہستہ کھٹکھٹانے سے لوہچوں جابجا خطوط قوت کی سمت میں ترتیب پالیگا۔

اگر ان خطوط کی شکل کو مستقل شکل میں محفوظ رکھنا مقصود ہو تو کاغذ کو پہلے سے پگھلے ہوئے پرافینی موم میں تر کرلینا چاہیئے۔ بعد کو شیشہ کی تختی کو دھیمی آگ پر پکڑنے سے لوہچوں پرافین میں جم جائیگا۔ ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ لوہچوں کو خطوط قوت میں ترتیب دے لینے کے بعد عکاسی کے آلہ کو انتصابی وضع میں نیچے کی طرف اُس کا منہ کرکے پکڑکر اُن کا عکس لے لیا جائے۔ یا لوہچوں کو حساس کاغذ پر ترتیب دے کر معمولی طریقہ پر اکسپوز (انکشاف) اور ڈیولپ (پختہ) کرکے آسمانی رنگ کے کاغذ پر اُن کو چھاپ لیا جاسکتا ہے۔

کمپاس سوئی کے ذریعہ مقناطیسی خطوط قوت کی نقشہ کشی۔

چھوٹی کمپاس سوئی کے ذریعہ مختلف صورتوں میں مقناطیسی حدت کے خطوط کھینچنے سے بہت مفید معلومات حاصل ہوسکتے ہیں۔

چارم، کمپاس کے جو عام طور پر گھڑی کی زنجیر سے لٹکانے کی کمپاس کے نام سے مشہور ہے اور جس کے اوپر اور نیچے کے پہلو دونوں شیشہ کے ہوتے ہیں، اس کے لئے بہت موزوں ہوتی ہے۔ ایسی کمپاس کے کنارے پکڑنا چاہیئے نہ کہ اس کے شیشہ کے پہلو۔

نقشہ کشی کا تاؤ نقشہ کشی کے تختہ پر الپنوں سے جمادیا جائے، اور تختہ کا ایک کنارہ میز کے ایک کنارے کے متوازی رکھا جائے تاکہ اگر اتفاقاً دوران تجربہ تختہ کی وضع بدلجائے تو پھر اس کو آسانی سے پیشتر کی وضع میں رکھ دیا جاسکے۔

کمپاس کو کاغذ پر رکھو اور جب اس کی سوئی ساکن ہوجائے اس کے دونوں سروں کے محاذی کاغذ پر پنسل سے ایک ایک نشان کردو پھر کمپاس کو ہٹاکر اس طرح رکھو کہ پہلے جہاں اس کا شمالی قطب تھا اب ٹھیک اس جگہ اس کا جنوبی قطب واقع ہو اور شمالی قطب کے جدید مقام کے محاذی ایک نیا نشان کردو۔ اس عمل کو بار بار دہرا کر کاغذ پر نشانوں کی ایک قطار تیار کرلو۔ بعد ازاں ان نشانوں پر سے ایک صاف اور مسلسل منحنی کھینچو۔ اس سے مقناطیسی قوت کے ایک خط کی تعبیر ہوگی۔ اس خط سے ۲ سم ہٹ کر یہی عمل کرو تاکہ دوسرا خط تیار ہو۔ پھر اس طرح تیسرا خط کھینچو۔ اگر مقناطیسی میدان محض زمین کا مقناطیسی میدان ہے تو یہ تینوں خط سیدھے اور تقریباً متوازی ہونگے۔ کیونکہ نقشہ کشی کے تختہ کی قلیل وسعت میں زمین کے مقناطیسی میدان کی حدت یکساں رہیگی۔

اگر میدان کسی مقناطیسی مادّے کے قریب ہو یا ایسے موصل کے پاس ہو جس پر سے (ایک سمتی) برقی رَو دوڑ رہی ہے تو اس کے خطوطِ قوت ایسی سادہ شکل کے نہ ہونگے اس لئے کہ اب زمین کے میدان کے ساتھ مقناطیسی مادّہ یا برقی رَو کا میدان

بھی شریک ہوگا اور خطوط کی شکل حاصل مجموعی میدان کی مناسبت سے ہوگی۔ بالعموم ان میں انحنا پیدا ہوگا جس کی وضع ان مشترک میدانوں اور ان کی وضعوں کے تابع ہوگی۔

خطوطِ قوت اگرچہ نکلتے وقت ایک دوسرے سے قریب ہوتے ہیں، آگے چلکر دور ہٹ جاتے ہیں، اور پھر جب مقناطیسی مادّے میں داخل ہوتے ہیں تو باہمدیگر قریب پہنچ جاتے ہیں۔ جہاں خطوط قوت میں اتّساع زیادہ ہوتا ہے وہاں میدان کی حدت گھٹ جاتی ہے، پس خطوط قوت کے نقشہ کے معائنہ سے میدان کی اضافی حدّت کا اندازہ ہوسکتا ہے۔

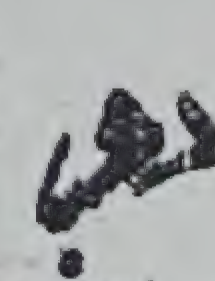
یہ یاد رکھنا چاہئے کہ مقناطیسی قوت کے خطوط کبھی ایک دوسرے کو قطع نہیں کرسکتے۔ کیونکہ اگر یہ ممکن ہوتا تو مقام تقاطع پر وقت واحد میں مقناطیسی قوت کی ایک سے زیادہ سمتیں ہوسکتیں، جو ناممکن ہے۔ بالعموم مقناطیسی میدان کے ہر ایک منتخبہ مقام (یا نقطے) پر سے ایک خط قوت گزرتا ہے۔ لیکن بعض ایسے بھی مقام ہوتے ہیں جہاں سے خطوط قوت بظاہر گزرنا نہیں چاہتے بلکہ چلتے چلتے وہاں سے مڑجاتے ہیں۔ ایسے نقطوں پر سے کوئی خط قوت نہیں گزرتا اور یہاں مقناطیسی قوت صفر ہوتی ہے۔ ان نقطوں کو **تعدیلی نقطے** کہتے ہیں۔

جہاں ایسا نقطہ واقع ہوتا ہے اس کے قرب وجوار میں مقناطیسی میدان نہایت کمزور ہوتا ہے، پس یہاں کمپاس سوئی کی سمت کی تعیین مشکل ہے۔ اس لئے جب کسی جگہ ایسے نقطہ کا اشتباہ ہوتا ہے اس سے کچھ دور جہاں میدان کسیقدر قوی ہے خطوط قوت کھینچ لئے جائیں اور پھر ان سے قریب قریب

دوسرے خطوط کھینچنے کی کوشش کی جائے۔ ٹھیک ایسا مقام جہاں سوئی کسی بھی سمت میں ٹھیرے ملنا مشکل ہے۔ اس لئے کہ سوئی کے ابعاد صفر نہیں ہیں۔ لیکن کافی توجہ سے تجربہ کرنے سے طالب علم کو اس نقطہ کے گرد سوئی کے مقام کی خفیف سی تبدیلی سے خط قوت کی سمت میں معتدبہ تغیر مشاہدہ ہوگا۔

عام طور پر تعدیلی نقطہ کے گرد خطوط قوت چار مختلف سمتوں میں ترتیب پاتے ہیں، جس سے منحنی خطوط کے ایک ذو اربعۃ الاضلاع کی شکل پیدا ہوتی ہے۔ تعدیلی نقطہ اس کے اندر ہوتا ہے اور خطوط اس کی طرف محدب واقع ہوتے ہیں۔ اس ذو اربعۃ الاضلاع کے پہلوؤں کو بتدریج گھٹانے سے تعدیلی نقطہ کا مقام معتدبہ صحت کے ساتھ دریافت ہوسکتا ہے۔ آگے چلکر سمجھایا جائیگا کہ ایسے نقطے دریافت کرنے سے خاص خاص صورتوں میں کیا اہم معلومات حاصل ہوسکتی ہیں۔

ش

شکل (۴)
تعدیلی نقطہ

تجربہ (۲)۔ زمین کے مقناطیسی میدان کے خطوط کی نقشہ کشی

زمین کے مقناطیسی میدان کے خطوط کی نوعیت معلوم کرنے کے لئے تجربہ خانہ میں ایک ایسا مقام تجویز کرو جو لوہے کی کڑیوں، نلیوں وغیرہ سے کافی دور ہو۔ اسکے قریب میں اگر مقناطیسی یا لوہے کی کوئی چیزیں ہوں تو اُن کو وہاں سے اٹھالو۔ جیسا کہ قبل ازیں بیان ہوا ہے نقشہ کشی کے کاغذ

کے ایک کنارے سے شروع کر کے سوئی کے سروں کے نشانوں کی ایک قطار تیار کرو۔ مخل اثرات پیدا کرنیوالے مقناطیسوں یا لوہے کی چیزوں کی عدم موجودگی میں یہ نشان سب کے سب ایک خط مستقیم پر آنے چاہئیں۔ اِس خط سے تقریباً دو سم ہٹ کر یہی عمل دوہرایا جائے اور اس طرح ایک دوسرا خط قوت کھینچا جائے۔ کوئی چھ سات ایسے خط کھینچنے کے بعد دیکھو کہ اس رقبہ میں میدان کی حدت تقریباً یکساں ہے اِس لئے کہ یہ سب خطوط سیدھے اور باہمدیگر تقریباً متوازی ہیں۔ ان خطوط کی سمت مقام تجربہ کے لئے مقناطیسی نصف النہار کی سمت ہے۔

تجربہ (۳)۔ زمین اور ایک سلاخی مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی۔ نقشہ کشی کے تختہ پر کاغذ رکھ کر ایک مقناطیس کو کسی بھی وضع میں لٹادو، اور اس کے گرد پنسل سے نشان کردو تاکہ اگر مقناطیس وہاں سے اتفاقاً ہٹ جائے تو اس کو پھر وہیں رکھ دیا جا سکے۔ خطوط ایسے مقام سے شروع کئے جائیں کہ نہ تو وہ ایک دوسرے سے بہت دور ہٹے ہوئے ہوں اور نہ بہت گنجان واقع ہوں۔ اگر قریب کے دو نقطوں کے درمیان دو خطوط قوت ایک چھوٹے زاویہ پر مائل پائے جائیں انکے درمیان ایک تیسرا خط معلوم کرنے کی ضرورت نہیں اِس لئے کہ خطوطِ قوت متقاطع نہیں ہوتے۔

عام طور پر، سلاخی مقناطیس کے قریب کے میدان میں دو تعدیلی نقطے دریافت ہونگے۔ اس لئے کہ دو نقطوں پر سلاخی مقناطیس کا میدان زمین کے مقناطیسی میدان کو ٹھیک منسوخ کر دیتا ہے۔ ان دو نقطوں کے مقام، سلاخی مقناطیس کے لحاظ سے، زمین کے مقناطیسی میدان میں مقناطیس کی اضافی وضع پر

موقوف ہیں۔ اگر ممکن ہو تو ایک ہی مقناطیس کو زمین کے مقناطیسی میدان میں مختلف وضعوں میں رکھ کر حاصل مجموعی میدان کا نقشہ کھینچا جائے۔ جب مقناطیس کی وضع مقناطیسی نصف النہار پر متشاکلاً واقع ہوتی ہے، یعنے مقناطیس کا محور اس نصف النہار کے متوازی یا اس پر علی القوائم ہوتا ہے تو نقشہ میں مزید دلچسپی پیدا ہوتی ہے۔ اس لئے ان دونوں وضعوں اور ایک غیر متشاکل وضع کے نقشے تیار کئے جائیں۔

زمین کے مقناطیسی میدان میں ایک مجرد قطب کا میدان

بعض اوقات ایک مجرد مقناطیسی قطب پر تجربہ کرنا پڑتا ہے۔ ایسی صورت میں ایک (۵۰ تا ۱۰۰ سم) لمبے مقناطیس کا انتخاب بہت موزوں ہے اس لئے کہ اس کے دوسرے قطب کا اثر مقام زیر امتحان پر فاصلہ کی زیادتی کی وجہ سے ناقابل لحاظ پایا جائیگا۔

تجربہ (۴) زمین کے مقناطیسی میدان میں ایک مجرد قطب کے باعث میدان۔ مصرحہ بالا

مقناطیس کو لکڑی کے شکنجہ میں اس طرح پکڑو کہ اس کا محور انتصابی وضع میں ہو اور اس کا نیچے کا قطب نقشہ کشی کے تاؤ پر (جو ایک افقی تختہ پر جما ہوا ہو) ٹکا رہے۔ اِس قطب کے اور زمین کے افقی مقناطیسی میدان کے مشترکہ عمل سے جو خطوط قوت پیدا ہوں گے ان کا نقشہ کھینچو۔ تعدیلی نقطہ کا صحیح مقام معلوم کر کے قطب سے اُس کا فاصلہ (ط سم) ناپ لو۔

چونکہ (ق) قیمت کے مجرد قطب کے مقناطیسی میدان کی حدت فاصلہ (ط سم) پر $\frac{ق}{ط^2}$ ہے اور تعدیلی نقطہ پر یہ حدت

زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت (ف) کے مساوی ہے۔ لہٰذا $\frac{ق}{ط^{2}}$ = ف یعنے ق = ف $ط^{2}$۔ پس اگر (ف) معلوم ہو تو (ق) کو شمار کر لے سکتے ہیں۔

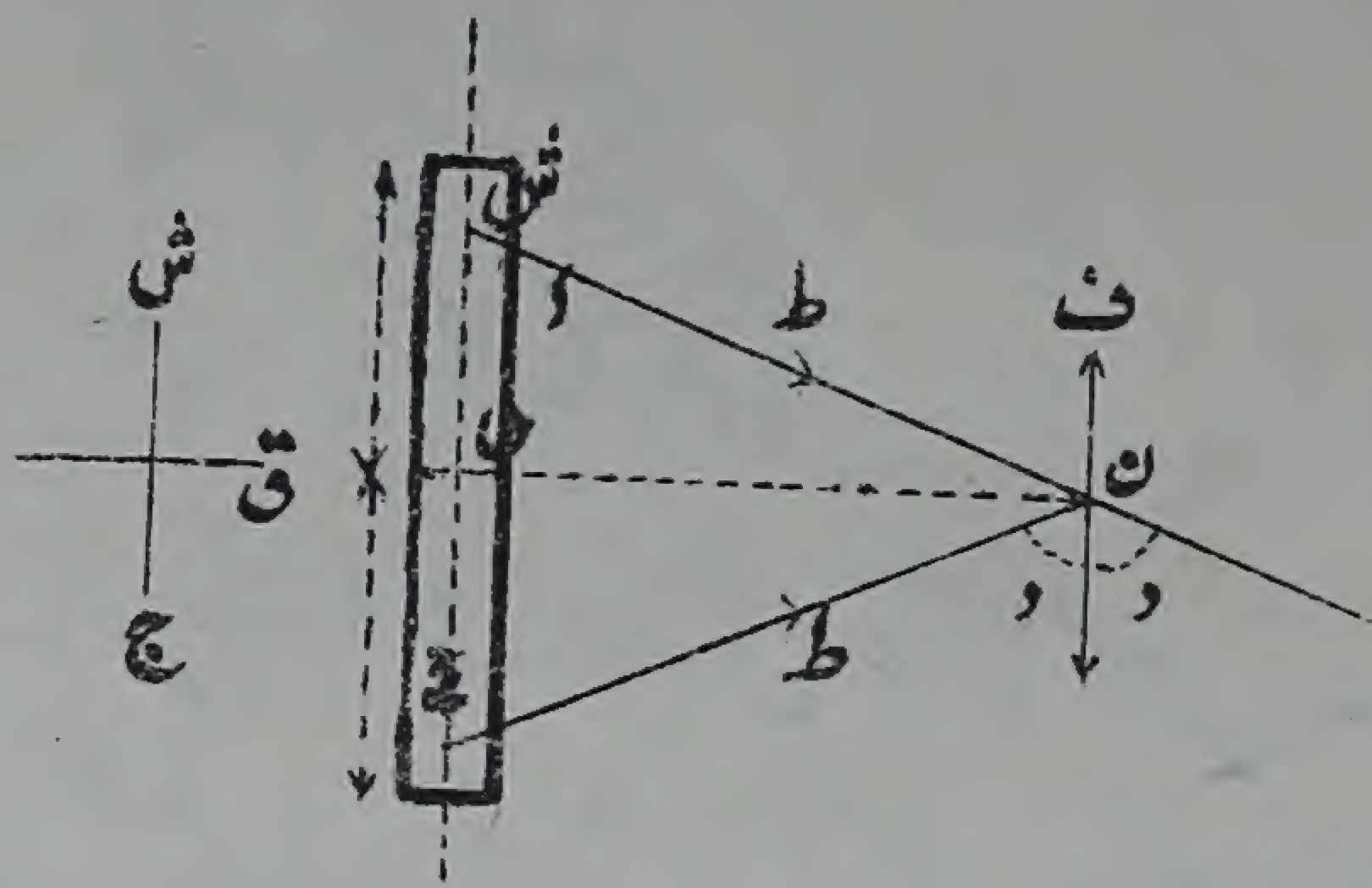
زمین کے مقناطیسی میدان میں ایک سلاخی مقناطیس کا میدان

وضع (۱)۔ مقناطیس ایک افقی سطح پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کا محور مقناطیسی نصف النہار پر واقع ہوتا ہے اور اس کا شمالی قطب شمال ہی کی جانب بتاتا ہے۔ ایسی حالت میں مقناطیس کے محور کے دونوں بازو ایک ایک تعدیلی نقطہ ہوتا ہے، جہاں کہ زمین کے افقی مقناطیسی میدان اور مقناطیس کے میدان میں ٹھیک تعادل واقع ہوتا ہے۔

اگر سلاخ یکساں مقناطیسی گئی ہے تو اس کے قطب مرکز سے مساوی فاصلوں پر ہونگے۔ سلاخی مقناطیس کے قطب سلاخ کے سروں پر نہیں ہوتے ہیں۔ تجربہ کر کے سلاخ کے سروں کے پاس خطوط کھینچنا چاہیئے۔ لیکن زمین کے مقناطیسی میدان کو معترض نہ ہونے دیا جائے۔ اس کے لئے مقناطیس کی وضع ہمیشہ ایسی ترتیب دیجانی چاہئے

شکل (۴)
سلاخی مقناطیس کے قطب

کر خط قوت مقناطیسی نصف النہار کے متوازی رہے)۔ جہاں یہ خطوط ملینگے قطب تقریباً وہی ہوگا (شکل ۴)۔ قطبین کو ملانے والے خط کے نقطۂ تنصیف پر سے جو خط اس کے علی القوائم گزرتا ہے، تعدیلی نقطے اس پر متشاکلاً واقع رہتے ہیں۔

فرض کرو شکل (۵) میں (ن) ایک تعدیلی نقطہ ہے اور اُس کا فاصلہ دونوں قطبوں سے (ط) سنٹی میٹر ہے۔

شکل (۵)

زمین کے مقناطیسی میدان میں تعدیلی نقطے

مقناطیس کے شمالی قطب (ش) کی وجہ سے نقطہ (ن) پر مقناطیسی میدان کی حدت $\frac{ق}{ط^2}$ ہے اور اس کی سمت $\overline{شن}$ ہے۔ جہاں (ق) سے مراد قطب کی قیمت ہے۔ جنوبی قطب کی وجہ سے $\overline{نج}$ کی سمت میں میدان کی حدت $\frac{ق}{ط^2}$ ہے۔ ان دونوں کا حاصل $\overline{من}$ پر عمود ہے۔ اور اگر اس کو (ح) قرار

دیا جائے تو۔

$$ح = ۲ \frac{ق}{ط^۲} مس \angle ز = ۲ \frac{ق}{ط^۲} \times \frac{ل}{ط} = \frac{م}{ط^۳}$$

جس میں (م) = ۲ق ل = سلاخ کا مقناطیسی معیار اثر۔
لیکن چونکہ (ن) ایک تعدیلی نقطہ ہے لہذا اس مقام پر

ح = ف یعنے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت

$$\therefore \frac{م}{ط^۳} = ف$$

$$یا \quad م = ف ط^۳$$

تجربہ (۵) سلاخی مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کی تعیین، تعدیلی نقطہ کے ذریعہ سے (۱)۔

سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں (ش) سرا شمال کی طرف اور (ج) سرا جنوب کی طرف پھیر کر رکھو۔ ایک چھوٹی کمپاس سوئی کے ذریعہ خطوط قوت کا نقشہ کھینچو اور جسقدر صحیح دریافت کرنا ممکن ہو تعدیلی نقطوں کے مقام دریافت کرو۔ پھر قطبین سے ان کے فاصلے (ط) دریافت کرو۔ مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر اس مساوات سے شمار کرو۔

$$م = ف ط^۳$$

طبیعی جدولوں کو دیکھ کر ف کی قیمت س گ ث کے نظام کی اکائیوں میں لکھ لی جائے اور (ط) سنتی میتروں میں ناپا جائے۔

قطبین کا درمیانی فاصلہ ناپ لیا جائے اور اس سے مقناطیس

کے قطب کی قیمت اخذ کیجائے۔
(۲)۔ مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں رکھو لیکن اس کا (ش) سرا جنوب کی طرف رہے اور (ج) سرا شمال کی طرف۔ مقناطیس کے محور کے خط کو دونوں طرف آگے کو بڑھاؤ۔ اس پر دو تعدیلی نقطے تشاکلاً واقع ہونگے۔ اگر ان کا اوسط فاصلہ مقناطیس کے مرکز سے (ط) ہے تو اس صورت میں مقناطیس کے میدان کی حدت وہاں تقریباً

$$ح = \frac{۲م}{ط^۳}$$

جیسا کہ (صفحہ ۳۶) پر سمجھایا گیا ہے۔ پس تعدیلی نقطہ پر

$$ف = \frac{۲ق}{ط^۳}$$

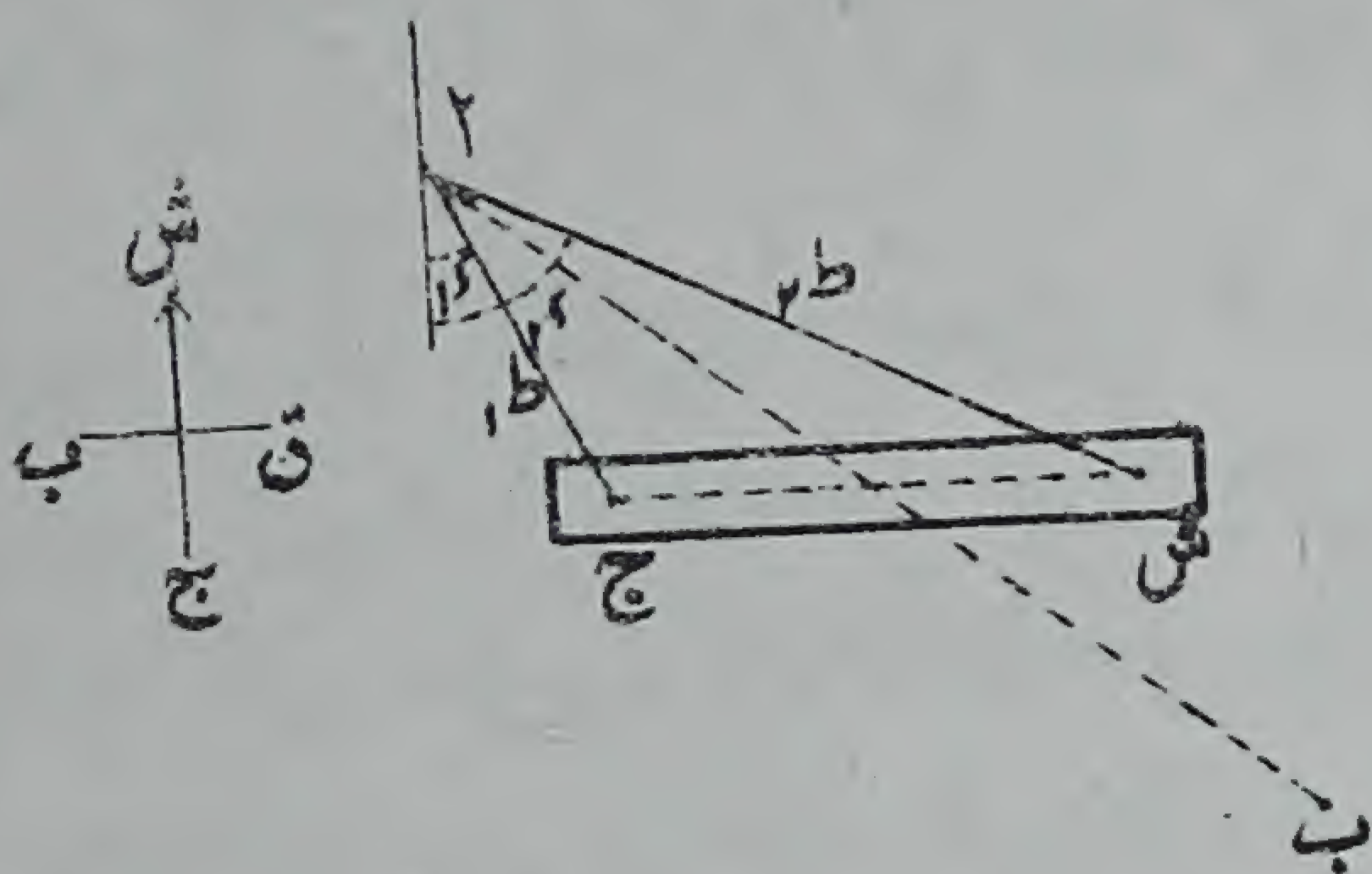
$$\text{اور} \quad \therefore \quad م = \frac{ف ط^۳}{۲}$$

تجربہ (۶)۔ سلاخی مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کی تعیین، تعدیلی نقطہ کے ذریعہ سے

(۲)۔ مقناطیس کے محور کو مقناطیسی نصف النہار میں رکھو لیکن اس کا شمالی قطب جنوب کی طرف ہو۔ چھوٹی کمپاس لیکر خطوط کھینچو اور تعدیلی نقطوں کے مقام دریافت کرو۔ پھر دونوں تعدیلی نقطوں کا فاصلہ مقناطیس کے مرکز سے ناپ لو۔ اور مقناطیسی معیار اثر کی قیمت نکالو۔

(۳) زمین کے مقناطیسی میدان میں مقناطیس کسی بھی غیر متشاکل وضع میں رکھی جائے۔ مقناطیس کے مرکز کے لحاظ سے متشاکل دو تعدیلی نقطے دریافت ہونگے۔ کسی مقام پر حاصل مجموعی

میدان تین قوتوں کا نتیجہ ہے۔ ایک زمین کا افقی مقناطیسی میدان ہے۔ جس کی مقدار اور سمت معلوم ہیں۔ باقی دو قوتیں مقناطیس کے دونوں قطبوں کی وجہ سے عمل کرتی ہیں۔ اگر اس مقام پر تعدیلی نقطہ واقع ہے تو یہاں یہ تینوں قوتیں متوازن ہونی چاہئیں۔ قوتوں کو زمین کے مقناطیسی میدان کی سمت کے متوازی تحلیل کرنے سے مقناطیس کے قطب کی قیمت کے لئے تعدیلی نقطہ سے قطبین کے فاصلوں اور زاویوں کی رقموں میں ایک جملہ حاصل ہوسکتا ہے۔ فاصلے اور زاویئے نقشہ پر راست ناپ لئے جا سکتے ہیں۔

اگر مقناطیس شکل (۶) کی وضع میں ہو تو تعدیلی نقطے (ا) اور (ب) کے پاس ہونگے۔ واضح ہو کہ اس شکل میں مقناطیس کا محور مشرق اور مغرب (مقناطیسی) کو ملانے والے خط کے متوازی ہے۔ یہ وضع بھی پہلی دو وضعوں کی طرح خاص دلچسپی رکھتی ہے

شکل (۶)

زمین کے مقناطیسی میدان میں تعدیلی نقطے

(۲) پر سے گزرتا ہوا ایک خط مقناطیسی شمال کی طرف کھینچو۔ ۲ج اور ۲ش کو ملالو۔ بطور اختصار پہلے طول کو (ط۱) اور دوسرے

کو (ط۲) قرار دو۔ اگر ا ج اور ا ش مقناطیسی نصف النہار کیساتھ (ا) کے پاس بالترتیب زاویے (ع۱) اور (ع۲) بنائیں اور مقناطیس کے قطب کی قیمت (ق) ہے تو

ح = ق/(ط۱)۲ جم (ع۱) - ق/(ط۲)۲ جم (ع۲)

ح = ف یعنے زمین کا افقی مقناطیسی میدان

ط۱، ط۲ اور ع۱، ع۲ کی پیمائش کے بعد (ق) شمار ہوسکتا ہے متذکرۂ بالا جملہ کا ثبوت طالب علم کی مشق کے لئے چھوڑ دیا جاتا ہے۔

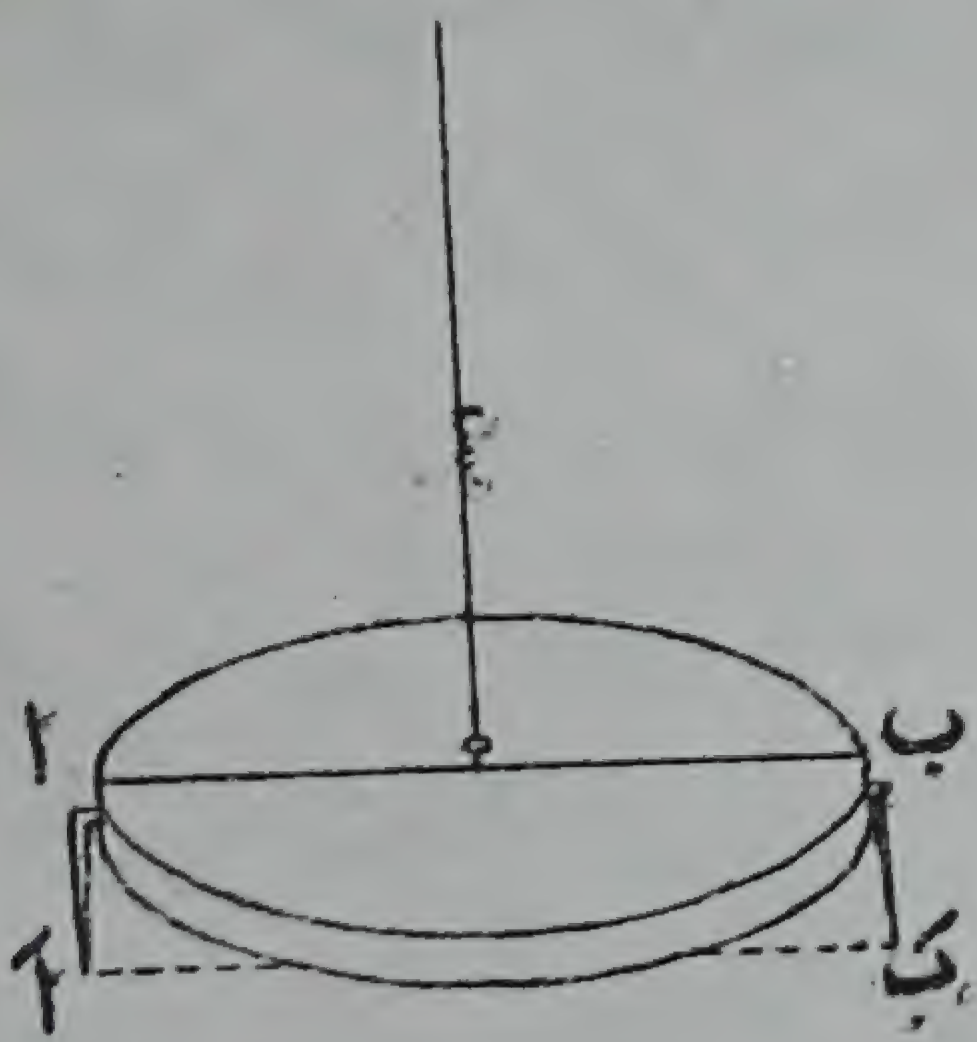
تجربہ (۷)۔ سلاخی مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کی تعیین، تعدیلی نقطہ کے ذریعہ

(۳)۔ مقناطیس کے محور کو مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم رکھو۔ خطوط قوت کھینچو اور ان سے تعدیلی نقطوں کے مقام بصحت ممکنہ دریافت کرو۔ پھر دونوں نقطوں کے لئے ط۱، ط۲ اور ع۱، ع۲ کو ناپ کر (م) کی قیمت نکالو۔

فصل (۳)۔ مقناطیسی محور اور مقناطیسی نصف النہار

جب ایک مقناطیس انتصابی محور پر آزادانہ گھومنے کے قابل لٹکایا جاتا ہے تو وہ متقاضی ہوتا ہے کہ اس کے جسم کی ایک مستقل سمت زمین پر کی ایک مستقل سمت کے متوازی ہو۔ مقناطیس کے جسم کی مستقل سمت اس کا مقناطیسی محور کہلاتی ہے، اور زمین پر کی مستقل سمت مقناطیسی نصف النہار کی

سمت کہلاتی ہے۔ اگر مقناطیس لمبا اور پتلا ہے تو اس کا مقناطیسی محور اس کے طول (یعنے اس کے ہندسی محور) کے ساتھ منطبق سمجھا جاسکتا ہے۔ لیکن مقناطیس چوڑا، مثلاً روز مرہ استعمال کا سلاخی مقناطیس ہو تو اس کے ہندسی یا تشاکل کے محور کے ساتھ اس کو منطبق سمجھنا (تجربہ کئے بغیر) جائز نہیں۔ ذیل میں ایک طریقہ بیان کیا جاتا ہے جو مقناطیسی رصدگاہوں میں مقناطیسی نصف النہار اور مقناطیس کے محور کی سمت دریافت کرنے کے لئے مستعمل ہے۔

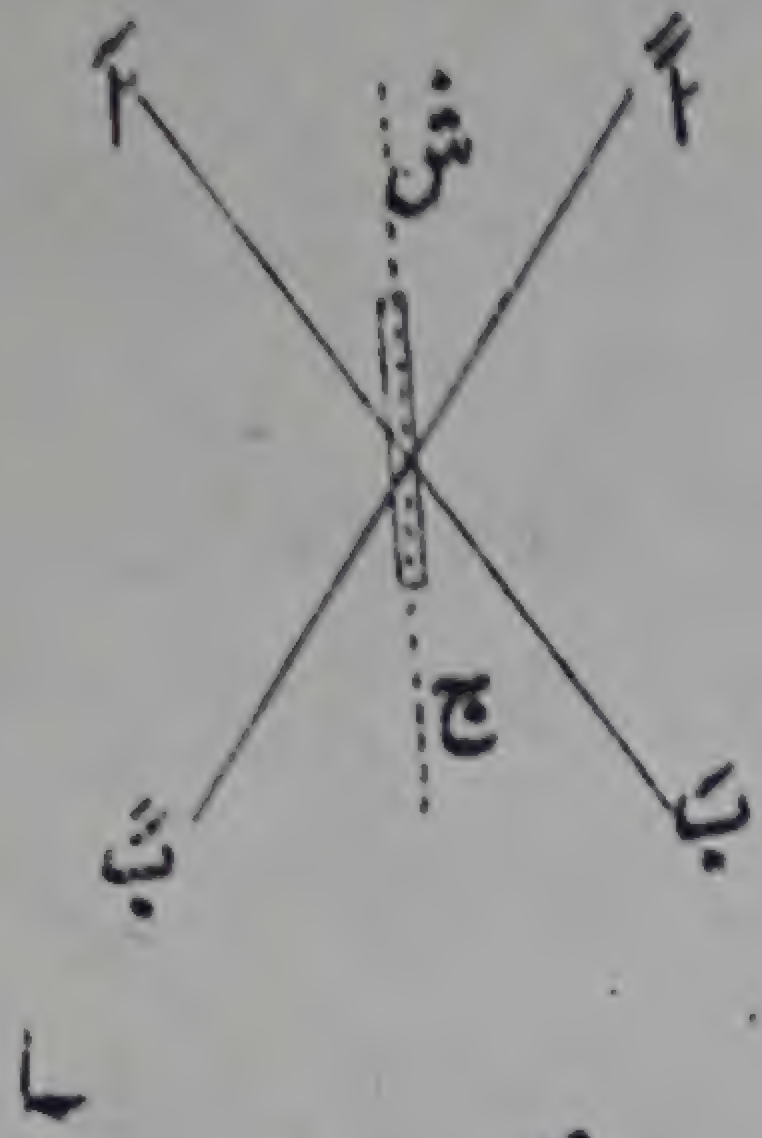
فرض کرو مقناطیس ایک قرص کی شکل میں تیار ہوا ہے جس کا محور بالکل غیر معلوم ہے۔ طلباء کی مشق کے لئے لکڑی کے ایک دائری صندوقچہ میں ایک ہلکا سلاخی مقناطیس جمادیا جاتا ہے اور صندوقچہ کا ڈھکن بند کرکے مقناطیس کی وضع نظر سے بالکل پوشیدہ کردی جاتی ہے، صندوقچہ کے اوپر اور نیچے کے پہلوؤں پر ایک خط قطر کے مقابل کے سروں (ا) اور (ب) کو ملا کر کھینچا جاتا ہے تاکہ اس کے حوالہ سے مقناطیسی محور اور نصف النہار کی تعیین ہو۔ (ملاحظہ ہو شکل ۷)

شکل (۷)
مقنایا ہوا قرص

اب یہ معلوم کرنا ہے کہ چھپے ہوئے مقناطیس (یا پورے مقناطیسی قرص) کے محور اور اس خط میں کیا زاویہ ہے۔

تجربہ (۸)۔ کسی مقام پر مقناطیسی نصف النہار

اور دیئے ہوئے ایک مقناطیس کے مقناطیسی محور کی تعیین - مقناطیسی قرص کو اُس کے ایک مسطح پہلو کے مرکز سے بذریعہ ایک باریک مضبوط ریشہ کے لٹکاؤ۔ ریشہ میں کسی طرح کا پیچ یا بل نہ ہونا چاہئے۔ ورنہ زمین کے مقناطیسی میدان کے جفت کے علاوہ قرص پر ریشہ کے بل کی وجہ سے ایک اور جفت بھی عمل کریگا۔ قرص کے ذرا ہی نیچے لیکن اُس سے بالکل علیحدہ، کاغذ کا ایک تاؤ افقی وضع میں جمادیا جائے۔ جب قرص سکون کی حالت میں آجائے اس پر جو خط اب کھینچا گیا ہے اس کی وضع کاغذ پر صحیح کھینچ لی جائے۔ قرص بطور خود ساکن ہونے تک انتظار کرنے کی ضرورت نہیں۔ اہتزاز کی انتہائی وضعیں معلوم کرنے کے بعد آدھے راستہ میں آہستہ سے اس کی حرکت روکدی جاسکتی ہے۔ خط اب کی صحیح وضع کاغذ پر کھینچنے کی غرض سے (ا) اور (ب) کے پاس دو الپین انتصابی وضع میں نیچے کی جانب چبھو دیئے جاسکتے ہیں۔ اس طرح کاغذ پر ایک خط اب کھینچا جاسکتا ہے۔

پھر قرص کو الٹ کر اس کے دوسرے مسطح پہلو کے مرکز سے پہلے کی طرح لٹکانا چاہئے۔ اور خط اب کی نئی وضع کاغذ پر کھینچی جائے۔ اس کو اَ بَ فرض کرو۔ شکل (۸) واضح ہو کہ خود قرص پر علاوہ اب کے کوئی اور خط نہ کھینچے جائیں۔ اب کاغذ پر دو خطوط اَبَ اور اب ایک مخصوص زاویہ پر مائل کھینچے گئے ہونگے۔ ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوجائیگا کہ مقناطیسی محور کی سمت ان دونوں خطوں کے زاویہ میلان کی تنصیف کرتی ہے۔ کیونکہ قرص کا مقناطیسی محور تعلیق کی حالت میں مقناطیسی نصف النہار کے ساتھ منطبق

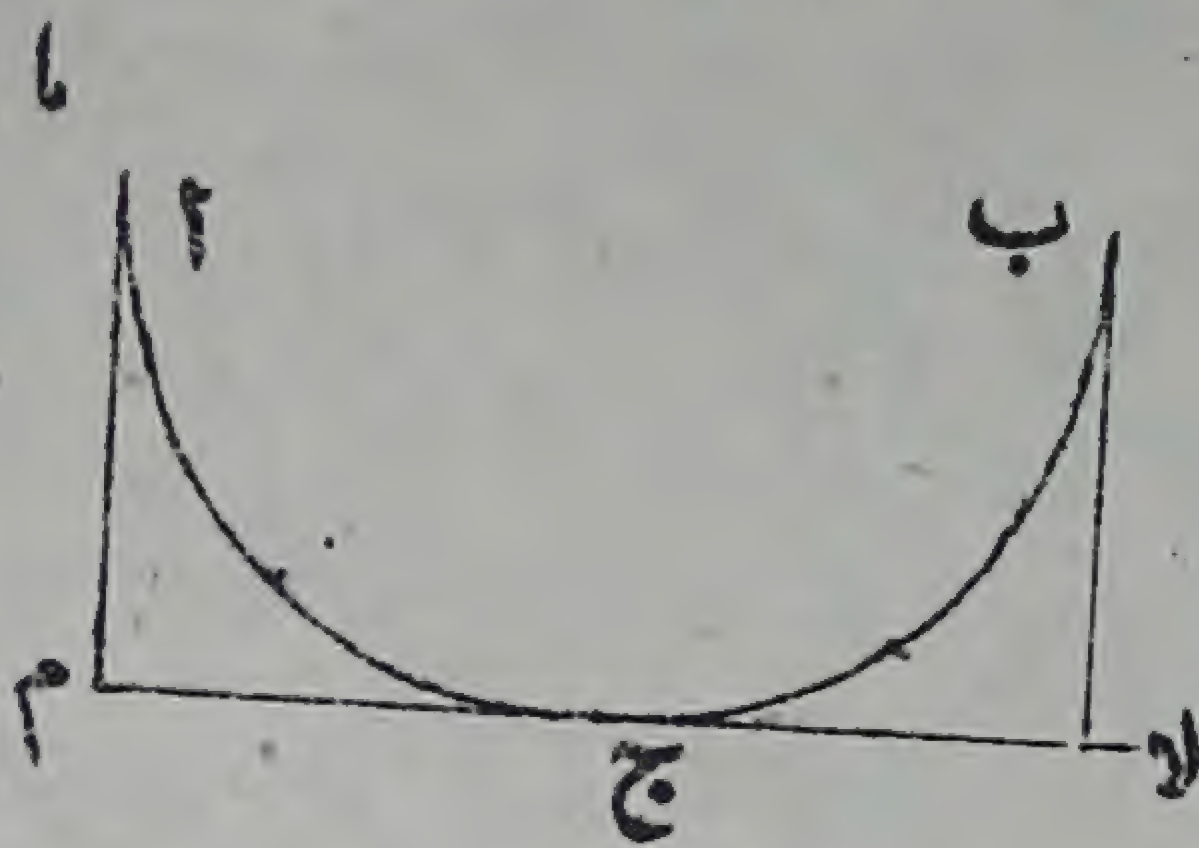
ہوتا ہے جو مقام تجربہ پر مستقل ہے، اور اُس کا خط ۲ ب اپنی پہلی وضع میں نصف النہار کے ایک جانب اُسی زاویہ پر ہونا چاہئے جس پر وہ اس کی دوسری وضع میں نصف النہار کے دوسرے جانب تھا۔

نقطے ۲ اور ۲َ ایک ہی نمائندہ (۲) کے ذریعہ قرص کی ایک ایک وضع میں حاصل ہوئے ہیں۔ اسی طرح نمائندہ (ب) کے ذریعہ دوسرے دو نقطے (بَ) اور (بً) حاصل ہوئے ہیں۔ پس قرص کو الٹا کر دوبارہ توازن کی حالت میں جو آنے دیا گیا اُس سے مجازاً وہی عمل میں آیا ہے جو اس کو ۲، ۲َ اور ب، بً کے بیچ میں سے گزرنے والے قطر کے گرد گھمانے سے پیش آتا۔ لہذا شکل (۸) میں جو خط شٓ ج زاویوں ۲ شٓ ۲َ اور ب شٓ بً کی تنصیف کرتا ہے قرص کا مقناطیسی محور ہے اور مقام تجربہ کا مقناطیسی نصف النہار اس سے منطبق ہے۔

شکل (۸)
مقناطیسی نصف النہار

زاویہ پیما کے ذریعہ کاغذ پر مقناطیسی نصف النہار کی سمت یعنے خط شٓ ج اور خط ۲ بَ یا ۲َ بً کا زاویہ میلان ناپ لیا جائے۔ اور آئندہ تجربوں میں بکار آمد ہونے کی غرض سے اِس نصف النہار کی سمت اور معمل کے کسی مستقل خط (مثلاً تجربہ کی میز کے کسی کنارہ) کا زاویہ میلان بھی احتیاط

کے ساتھ ناپ لیا جائے۔

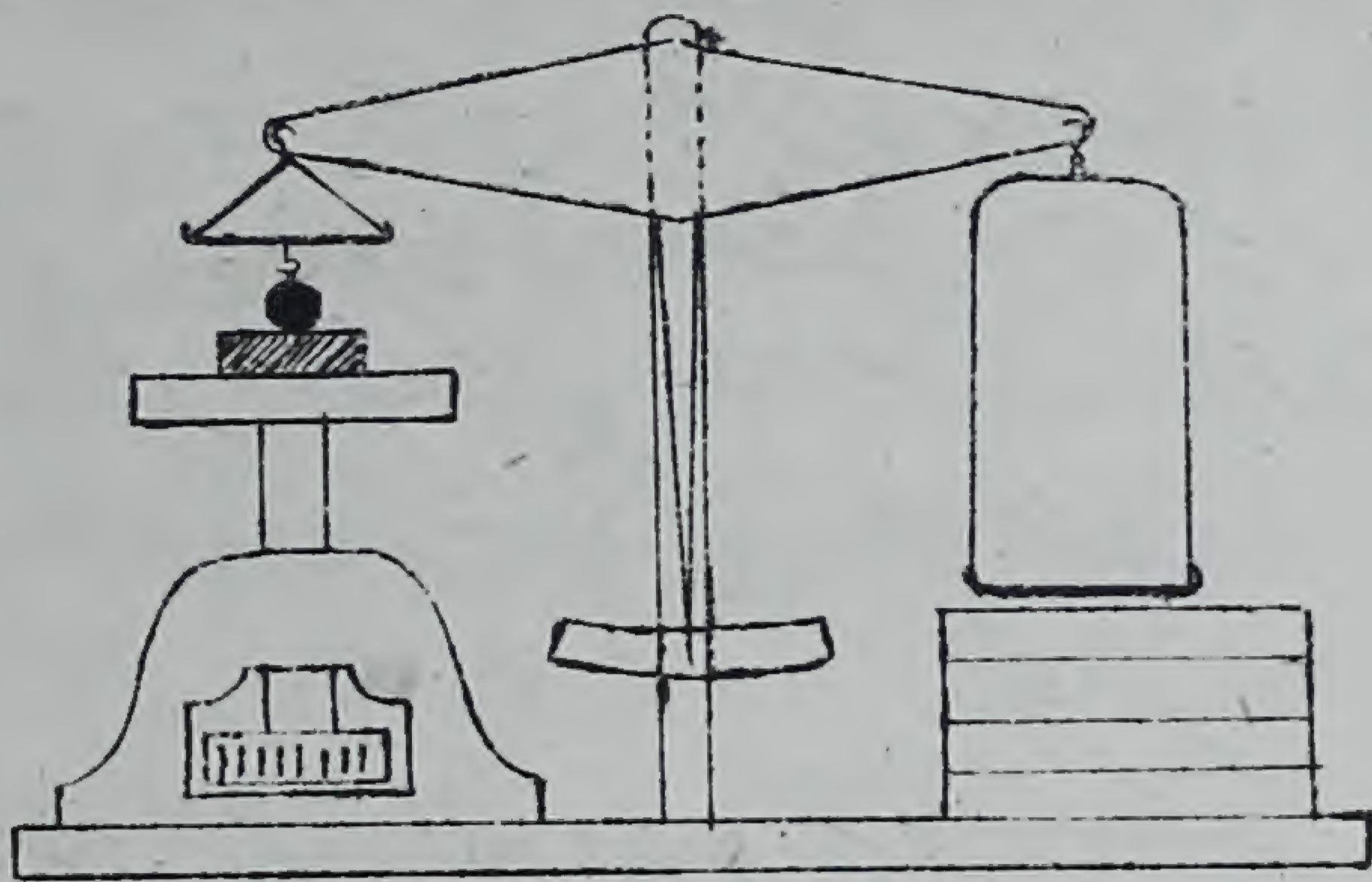
فصل (۴) سلاخی مقناطیس کی قوت کشش

کولومب نے مقناطیس کی لمبائی کے مختلف مقاموں پر قوت کشش کی پیمائش کی تو معلوم ہوا کہ اس قوت اور مقناطیس کی لمبائی کے تعلق کو ایک منحنی کے ذریعہ تعبیر کیا جا سکتا ہے جو شکل (۹) میں بتایا گیا ہے۔ اُس نے قوت کشش کی پیمائش لوہے کے وزنوں سے کی جو مقناطیس کے مختلف مقاموں پر سہارے جا سکتے تھے۔

شکل (۹)
سلاخی مقناطیس کی قوت کشش

شکل میں منحنی کے معیّن قوت کشش کے متناسب ہیں اور مقطوعے مقناطیس کے طول کے متناسب۔ اگر مقناطیس اچھی طرح یکساں مقناطیا گیا ہے تو منحنی مقناطیس کے مرکز (ج) کے لحاظ سے متشاکل ہوتا ہے۔

تجربہ (۹)۔ سلاخی مقناطیس کی قوت کشش کی تعیین۔ مقناطیس کے طول پر مساوی فاصلوں سے دس ایک نشان کرئیے جائیں، اور اس کو ایک ہمواری میز پر کثافتِ اضافی دریافت کرنے کی میزان کے پلڑے کے نیچے رکھا جائے۔ چھوٹے پلڑے کے آنکڑے سے ایک چھوٹے

(نرم) لوہے کی گولی لٹکائی جائے - ملاحظہ ہو شکل (۱۰) - دریافت کرو دوسرے پلڑے میں سب سے زیادہ کیا وزن رکھا جاسکتا ہے جبکہ ہمواری میز کی سطح کو نیچے اُتارنے پر لوہے کی گولی مقناطیس کو پکڑے رہتی ہے - مقناطیس کے طول پر جہاں جہاں نشان کیا گیا ہے وہاں گولی رکھ کر یہی عمل دوہرایا جائے -

واضح ہو کہ یہ کشش زیادہ تر مقناطیس اور لوہے کے تماس کی قربت پر موقوف ہے - جسقدر قریب کا تماس ہوگا اسیقدر کشش بھی زیادہ ہوگی - ذرا بھی چکنائی یا گرد اگر حائل ہو تو قوت میں کئی گرام کے وزن کی کمی محسوس ہوگی - پس گولی کو نشان مقررہ پر مقناطیس سے لگا دینے کے بعد اس کے عرض کی سمت میں خفیف سا رگڑنا چاہئے تاکہ گرد وغیرہ نکل جائے اور تجربہ میں مشاہدات کی یکسانی کا تیقّن ہو -

شکل (۱۰)
قوت کشش کی تعیین
لوہے کی گولی مقناطیس سے چھوٹتے وقت میزان کو نقصان

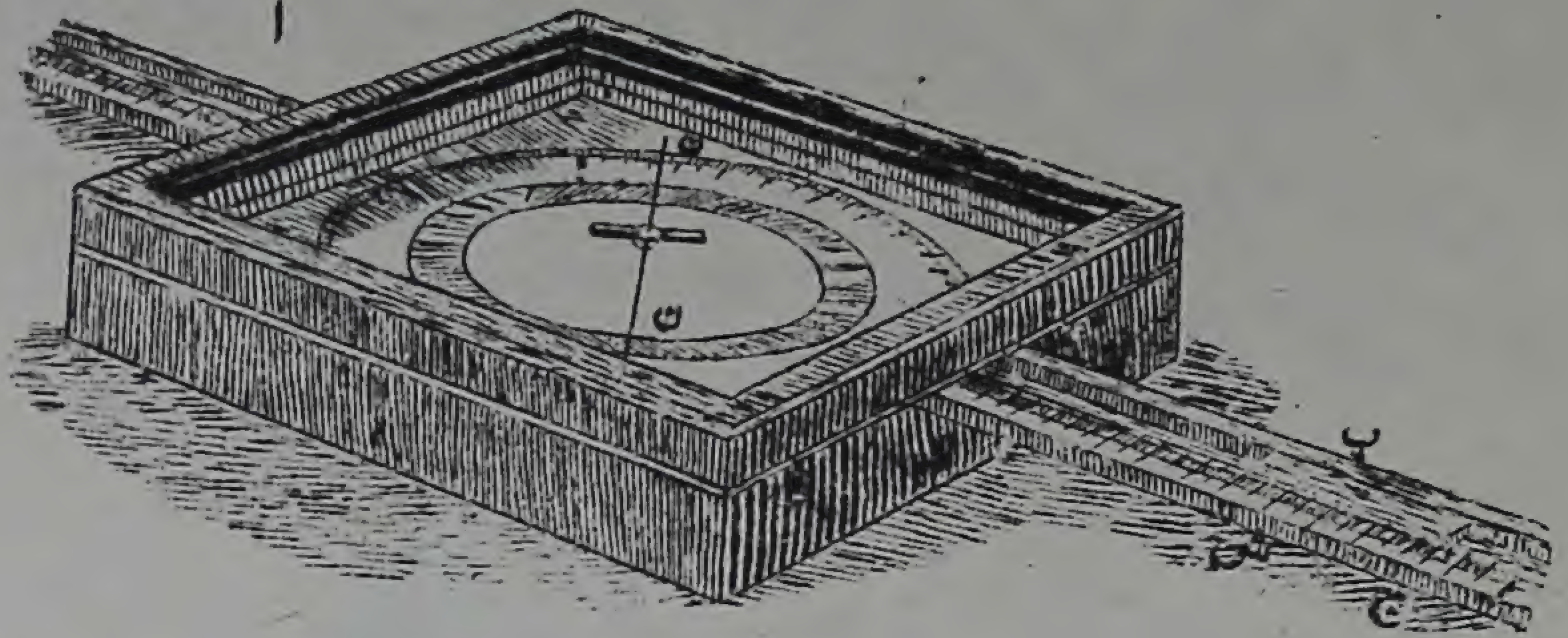
نہ پہنچنے کے لئے پلڑے میں باٹ بتدریج اور بہت احتیاط کیساتھ
رکھے جانے چاہئیں ۔ اور اس کے نیچے لکڑے کے کندے جمائے
جانے چاہئیں تاکہ میزان کی حرکت محدود کردی جائے ۔
گولی کے وزن کی تعیین کی جائے جبکہ مقناطیس اس کے
قریب نہ ہو ۔ اور متذکرہ بالا مشاہدات میں دوسرے پلڑے
میں جو باٹ رکھے گئے تھے ان میں سے اس وزن کو منہا
کرلیا جائے تاکہ مقناطیس کی قوت کشش معلوم کی جائے ۔
ایک ترسیم کھینچی جائے جس سے مقناطیس کے طول
کے مختلف مقاموں پر کی کشش معلوم ہو سکے بجائے نا مساوی
طول کے پلڑوں کی میزان استعمال کرنے کے اس تجربہ میں کمانیدار
میزان سے کام لیا جاسکتا ہے ۔ ایسی صورت میں ہمواری کیلئے میز کو
نیچے اتار سکتے ہیں یا خود کمانی دار میزان کو آہستہ اوپر اٹھا سکتے ہیں
یہاں تک کہ گولی مقناطیس سے چھوٹ جائے ۔ جوں ہی گولی
چھوٹتی ہے میزان پر قوت کی قیمت پڑھ لی جائے ۔

دوسرا باب

مقناطیسیت پیمائی

فصل (۱)۔ انصرافی مقناطیسیت پیما

سادہ ترین قسم کے مقناطیسیت پیما میں ایک مقناطیسی سوئی انتصابی کھونٹی پر اُفقی وضع میں سہارا دی جاتی ہے یا باریک ریشہ سے اس طرح لٹکائی جاتی ہے کہ انتصابی محور پر آزادانہ پھر سکے۔ اس کے گرد ایک دائری درجہ دار پیمانہ نصب کیا جاتا ہے تا کہ سوئی کا انصراف ناپا جائے۔ سوئی اور پیمانہ عموماً لکڑی یا پیتل کے ایک مناسب صندوقچہ میں رکھے جاتے ہیں جس کا اوپر کا پہلو شفاف شیشہ کا ہوتا ہے۔ چونکہ سوئی چھوٹی ہوتی ہے اور دائری پیمانہ صحت پیمائش کی غرض سے وسیع ہوتا ہے اس لئے سوئی سے ایک ہلکا کافی لمبا نمائندہ (ن نَ) جوڑ دیا جاتا ہے۔ دائری پیمانہ عموماً اسقدر وسیع ہوتا ہے کہ اُس پر ۱° زاویہ تک نشان صحت کے ساتھ پڑھے جاسکتے ہیں۔ مقناطیسیت پیما کے قاعدہ پر ایک مستوی آئینہ جما دیا جاتا ہے تا کہ اس کی مدد

سے سوئی کا مقام اختلاف منظر بغیر پڑھا جائے۔ مشاہدہ کرنیوالا

شکل (۱۱)
انحرافی مقناطیسیت پیما

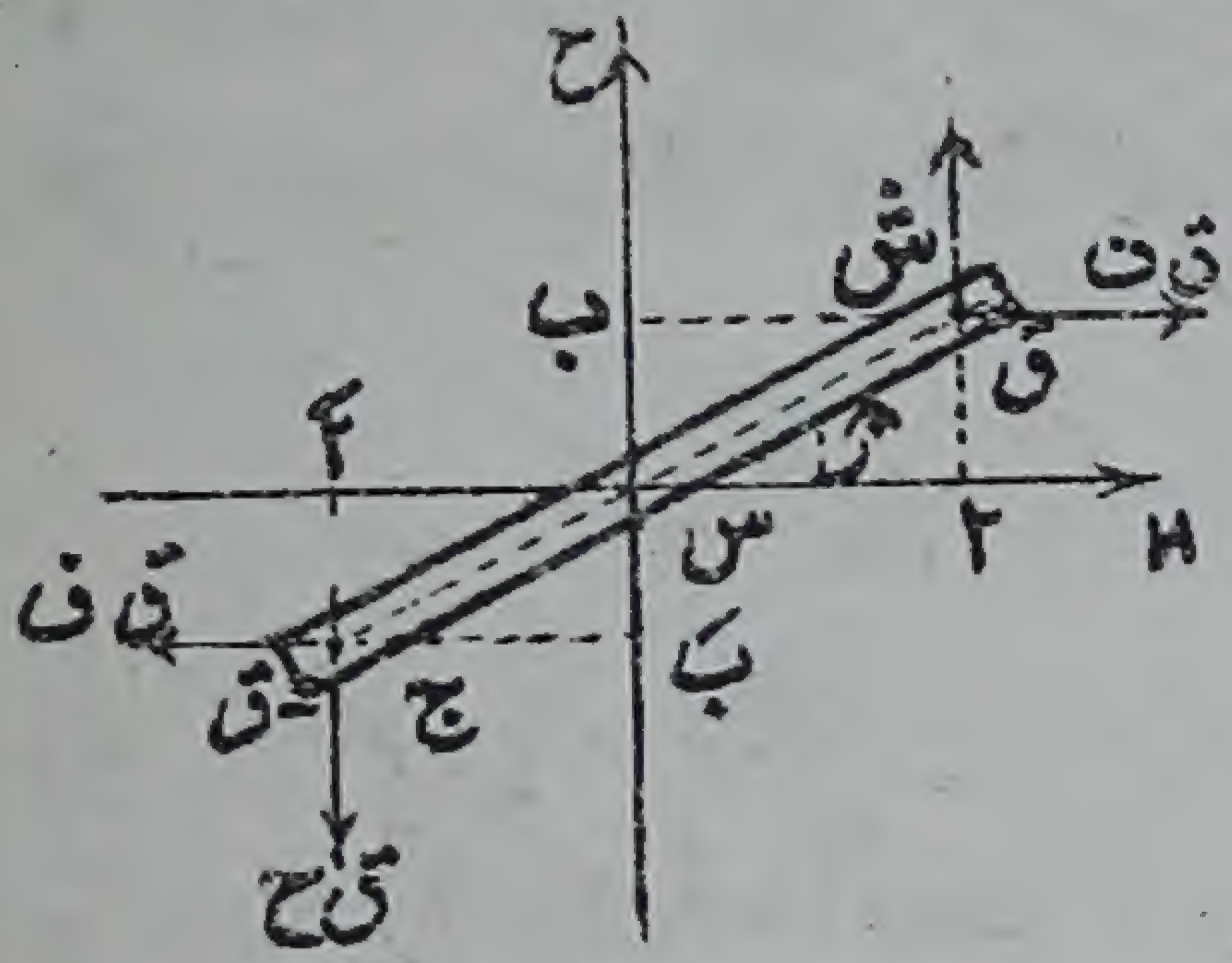
اپنی آنکھ ایسی وضع میں رکھتا ہے کہ نمائندہ کا خیال آئینہ میں خود نمائندہ کے پیچھے چھپ جاتا ہے، جس سے پیمانہ پر نظر سیدھی پڑتی ہے اور نمائندہ کا صحیح مقام پڑھ لیا جاتا ہے۔

اس سے زیادہ صحت کے تجربوں میں آئینہ دار مقناطیسیت پیما استعمال کرتے ہیں۔ اس آلہ میں مقناطیسی سوئی پر ایک آئینہ جوڑ دیا جاتا ہے۔ ایک چراغ سے نور کی پنسل نکل کر آئینہ سے ٹکراتی ہے اور منعکس ہو کر چراغ پر افقی وضع میں ترتیب دیئے ہوئے ایک پیمانہ پر پڑتی ہے۔ پیمانہ پر پنسل کا مقام پڑھنے سے مقناطیسی سوئی کا انحراف ناپ لیا جاتا ہے۔ گویا پنسل ایک طویل اور وزن سے مطلقاً آزاد نمائندہ کا کام دیتی ہے جس کا زاویۂ تحویل زاویۂ انحراف کے دوچند ہے۔

تجربہ کرتے وقت مقناطیسیت پیما کو عموماً ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ صرف زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف۱) کے زیر اثر

سوئی کا نمائندہ پیمانہ کے صفر نشان پر ہوتا ہے۔ اس کے بعد سوئی کے قریب ایک مقناطیس رکھ کر (ف) کی سمت کے علی القوائم (ح) حدت کے ایک دوسرے میدان کا اثر ڈالا جاتا ہے، جس سے سوئی کا نمائندہ بقدر زاویہ (ذ) منصرف ہوتا ہے۔ (ذ) کو ناپ کر (ح) اور (ف) کا باہمی تعلق مصرحہ ذیل ضابطہ سے معلوم کر لیا جاتا ہے:—

$$\frac{\text{ح}}{\text{ف}} = \text{مس} \angle \text{ذ}$$

واضح ہو کہ (ح) اور (ف) باہمدیگر علی القوائم یکساں مقناطیسی میدان ہیں جو سوئی پر عمل کرتے ہیں، اور (ذ) سوئی کے مقناطیسی محور اور میدان (ح) کا زاویہ میلان ہے۔
شکل (۱۲) کے ملاحظہ سے اس کا ثبوت ملیگا۔

شج سوئی ہے جس کے قطب کی قیمت (ق) فرض کی گئی ہے۔ شمالی قطب (ش) دو قوتوں کے تابع ہے: ایک قوت (ق ف) ڈائین (ف) کے متوازی ہے، اور دوسری (ق ح) ڈائین (ح) کے متوازی ہے۔ جنوبی قطب (ج) انکے مساوی المقدار لیکن مخالف السمت قوتوں کے تابع ہے۔

شکل (۱۲)

ح = ف مس (ذ)

پس مقناطیسی سوئی پر قوتوں کے دو جفت عامل ہیں اور انکے زیر اثر سوئی حالتِ توازن اختیار کرتی ہے۔
سوئی کے مرکز (س) کے گرد قوتوں کا معیار اثر ناپنے سے

$$\text{ق ف} \times \overline{\text{س ا}} = \text{ق ح} \times \overline{\text{س ب}}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{ح}}{\text{ف}} = \frac{\text{س ب}}{\text{س ا}} = \frac{\text{ا ش}}{\text{س ا}}$$

$$= \text{مس} \angle \text{ز}$$

$$\text{پس} \quad \text{ح} = \text{ف مس} \angle \text{ز}$$

اگر زمین کا افقی میدان (ف) معلوم ہے تو زاویہ (ز) کو ناپ کر مقناطیس کے میدان کی حدت (ح) دریافت کرسکتے ہیں۔

مقناطیسیت پیما کے اکثر تجربوں میں میدان (ح) محض تقریباً یکساں ہوتا ہے۔ اس لئے مقناطیسیت پیما کی سوئی چھوٹی ہونی چاہئے۔ ایسی صورت میں (ح) کی قیمت کو سوئی کے گرد یکساں فرض کرنے میں صرف خفیف سی خطا واقع ہوتی ہے۔

فصل (۲) مقناطیسیت پیما کے ذریعہ مقناطیسی میدانوں کا مقابلہ

تجربہ (۱۰)۔ ایک مجرد قطب کا میدان۔

مقناطیسیت پیما کی سوئی کے ذریعہ مقناطیسی نصف النہار کی تعیین کی جائے۔ اور میز پر اس سمت کے علی القوائم ایک میتری پیمانہ رکھا جائے۔ مقناطیسیت پیما کا صندوقچہ میتری پیمانہ پر اس طرح ترتیب دیا جائے کہ صندوقچہ کا مرکز پیمانہ کے وسطی نشان پر واقع ہو۔ پھر صندوقچہ اور میتری پیمانہ کی وضع کو ٹھیک کرکے نمائندہ صفر نشان پر لایا جائے اور پیمانہ ٹھیک مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں

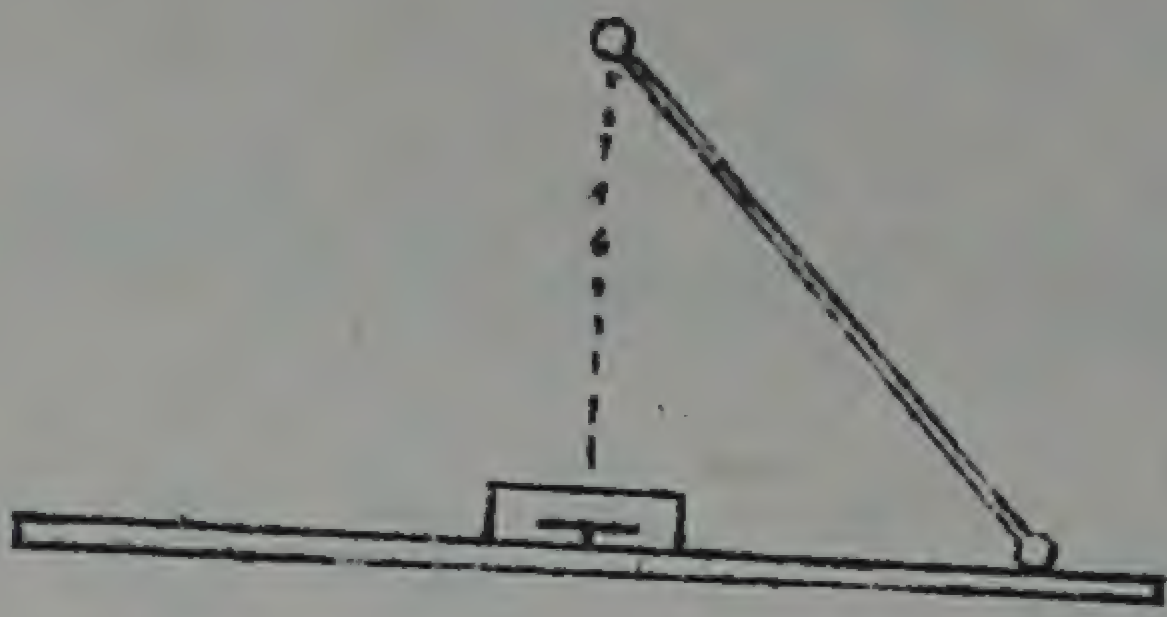
ترتیب دیا جائے ۔ بعض قسم کے مقناطیسیت پیماؤں میں میٹری پیمانہ آلہ کے ساتھ مستقل طور پر جڑا ہوا ہوتا ہے ۔ (مثلاً ۲ ا ب شکل ۱۱)
قبل ازیں صفحہ (۹) پر جس کرپیار مقناطیس کا ذکر آیا ہے اس کو استعمال کرنا چاہئیے ۔ چونکہ صرف ایک قطب کا اثر دریافت کرنا مقصود ہے اس لئے مقناطیس کا دوسرا قطب ایسی وضع میں رکھا جانا چاہئیے کہ مقناطیسیت پیما کے نمائندہ پر اس کا کچھ اثر محسوس نہ ہو مقناطیس کو انتصابی وضع میں لکڑی کی لیکن کے سہارے پکڑنے سے یہ مطلب پورا ہوتا ہے ۔

تجربہ میں مقناطیس کا اوپر کا قطب مقناطیسیت پیما سے معتدبہ دُور (تقریباً ایک میٹر) واقع ہوتا ہے، اور نیچے کے قطب کا فاصلہ اس سے ۲۰ سنتی میٹر سے شاذ ہی اوقات بڑھا ہوا ہوتا ہے ۔ پس اس انتہائی صورت میں بھی اوپر کے قطب کی وجہ سے سوئی پر جو قوت عمل کریگی نیچے کے قطب کی قوت سے ۴، فیصد سے بڑھکر نہ ہوگی ۔ مقناطیس کو انتصابی وضع میں رکھنے سے مقناطیسیت پیما پر مقناطیس کے اوپر والے قطب کی قوت کا افقی جزو مقناطیسیت پیما کے زیادہ ترین فاصلہ کی صورت میں اس کی سالم قوت کی جو قیمت ہوتی ہے اس کا $\frac{1}{5}$ حصہ ہوجاتی ہے ۔

اِس سے ظاہر ہے کہ اوپر والے قطب سے پیدا ہونے والی افقی قوت کی انتہائی قیمت نیچے والے قطب کی وجہ سے پیدا ہونے والی قوت سے ایک فیصدی سے کم ہوتی ہے ۔ نشانات کے پڑھنے میں جو خطائیں واقع ہوتی ہیں اس سے بہت زیادہ اہم ہوتی ہیں ۔ اِس لئے یہ خطا نا قابل لحاظ سمجھی جاسکتی ہے

اگر مقناطیس کو ذرا سا ٹیڑھا کرکے اوپر والے قطب کو (شکل ۱۳ کی طرح) مقناطیسیت پیما کے وسطی حصہ کے اوپر

لایا جائے تو اس کی وجہ سے جو کچھ بھی افقی قوت پیدا ہوگی سوئی پر اس کا قطعاً اثر نہ ہوگا۔
جیسا کہ قبل ازیں ذکر آچکا ہے یہ وضع صحت تجربہ کے لئے لازمی نہیں ہے۔

شکل (۱۳)
مجرد قطب کا مقناطیسی میدان

مقناطیس کا پہلا قطب :
بیتری پیمانہ پر اس طرح رکھا جانا چاہئیے کہ اس کا میدان مقناطیسیت پیما پر مشرق مغرب (مقناطیسی اکو ملانے والے خط کی سمت میں واقع ہو۔ ایسی صورت میں اس سے مقناطیسیت پیما کے مرکز پر جو مقناطیسی قوت (ح) عمل کریگی $\frac{ق}{ط^۲}$ کے مساوی ہوگی، اگر (ق) سے قطب کی قیمت، اور (ط) سے اس کا فاصلہ مرکز سے تصور کیا جائے۔ اگر زاویہ انحراف (ذ) ہو تو

$$ح = ف \text{ مس } \angle ذ \text{ یا } \frac{ق}{ط^۲} = ف \text{ مس } \angle ذ \text{ -}$$

لہٰذا $ط^۲ \text{ مس } \angle ذ = \frac{ق}{ح}$ جو قطب زیر امتحان کے لئے ایک مستقل مقدار ہے۔

پس اگر ایک ہی قطب کے ساتھ (ط) کو بدل بدل کر (ذ) کی قیمتوں کا (نمائندہ کے دونوں سروں کے نشان پڑھ کر) سلسلہ تیار کیا جائے تو $ط^۲$ مس $\angle ذ$ کی قیمت مستقل برآمد ہونی چاہئیے۔
ان نتائج کو جدول کی شکل میں ط، ذ، مس $\angle ذ$ اور $ط^۲$ مس $\angle ذ$ کے عنوان سے ترتیب دیا جائے۔

اگر آخری خانہ کے عدد تقریباً مستقل برآمد ہوں تو اس سے اس امر کی تصدیق ہوتی ہے کہ ایک مجرد قطب کی وجہ سے جو قوت پیدا ہوتی ہے، قطب کے فاصلہ کے مربع سے عکسی نسبت رکھتی ہے۔

تجربہ (۱۱) - سلاخی مقناطیس کا میدان۔

ایک چھوٹا لیکن زوردار سلاخی مقناطیس لو اور ایک میٹری پیمانہ پر اس طرح لٹاؤ کہ اس کا محور پیمانہ کے متوازی ہو اور مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم۔ اس وضع میں جس کو ہم 'سیدھی وضع' کہینگے مقناطیس سے مقناطیسیت پیما پر مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں ایک میدان (ح = $\frac{۲م}{ط^۳}$ تقریباً) عامل ہوگا، جس میں (م) مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر ہے اور (ط) مقناطیسیت پیما اور مقناطیس کے مرکزوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

واضح ہو کہ یہ تقریبی مساوات صرف اسی صورت میں صحیح ہوتی ہے جبکہ مقناطیس کا طول فاصلہ (ط) کی نسبت بہت چھوٹا ہوتا ہے۔

مقناطیسیت پیما کی سوئی بقدر زاویہ (ذ) منصرف ہوگی (ذ) کو (ح) کے ساتھ چونکہ ح = ف مس حـ ذ تعلق ہے لہذا $\frac{۲م}{ط^۳}$ = ف مس حـ ذ - اور ایک ہی مقناطیس

سے جب تک امتحان ہوگا ط۳ ف س د ز = $\frac{\text{م}^{۲}}{\text{ف}}$
کی قیمت مستقل رہنی چاہئے -

فصل (۳) - مقناطیسیت پیما کے ذریعہ مقناطیسی معیاری اثر کا مقابلہ -

ابتدائی تحقیق

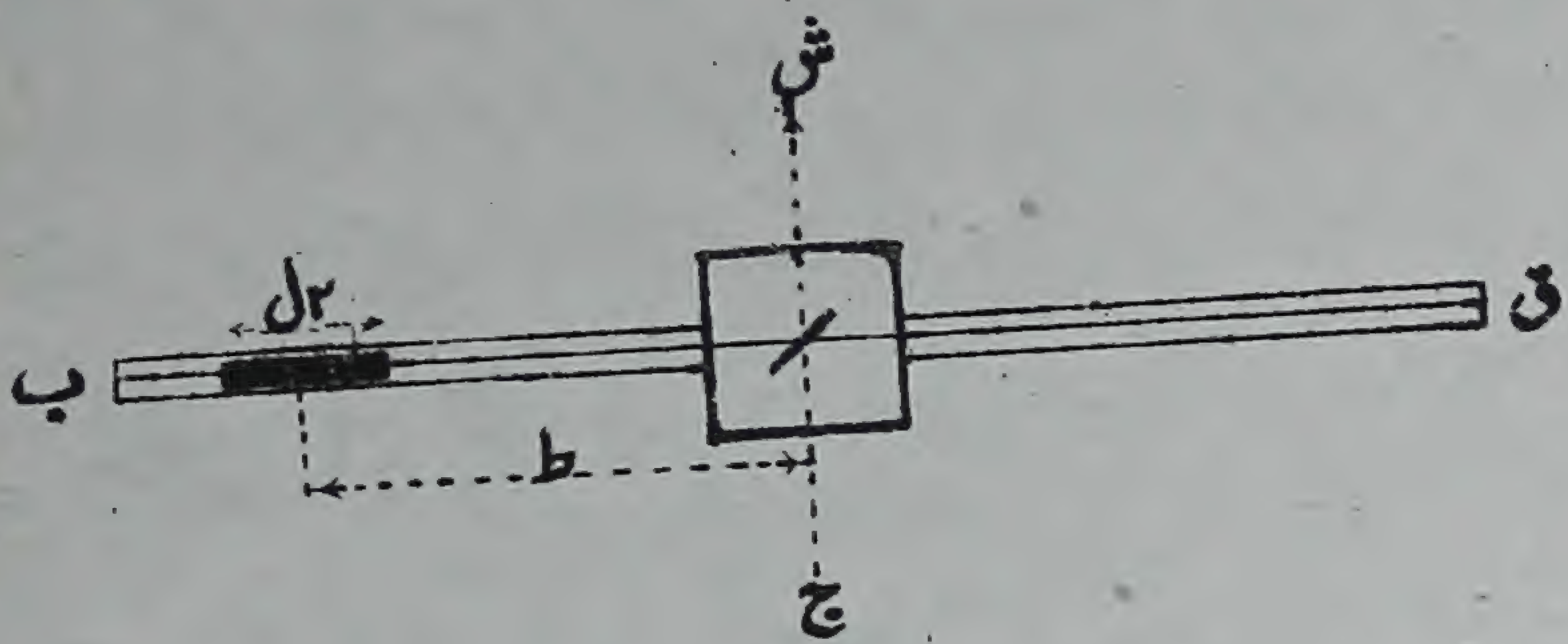
پہلے ہم سہولت کی غرض سے فرض کر لیتے ہیں کہ مقناطیسوں کا طول اتنا چھوٹا ہے کہ مقناطیسیت پیما کے فاصلہ کے مقابلہ میں ناقابل لحاظ سمجھا جا سکتا ہے -

تجربہ (۱۲) - مقناطیسی میعار اثروں کا مقابلہ "سیدھی" یا (الف) وضع کے ذریعہ -

ایک میتری پیمانہ کو میز پر لٹا دو اور مقناطیسیت پیما کو اس پر اس طرح رکھو کہ اس کا مرکز میتری پیمانہ کے مرکز سے منطبق ہو اور اس کے صفروں کا خط ٹھیک پیمانہ کے طول کی سمت میں ہو - اب پیمانہ کو پھیر کر مقناطیسیت پیما کی سوئی کے انداز سے مقناطیسی مشرق و مغرب کے خط کی سمت میں لاؤ -

(۱) مماسوں یا مساوی فاصلوں کا طریقہ -

مقناطیسی معیار اثر (م۱) والے مقناطیس کے مرکز کو میتری پیمانہ کے ایک معین نشان پر اس طرح رکھو کہ اس کا محور پیمانہ یعنے مقناطیسی مشرق و مغرب کے خط کی سمت میں واقع ہو - مقناطیسیت پیما کا فاصلہ مقناطیس کے طول کے مقابلہ میں بڑا ہونا چاہئے لیکن اتنا بھی بڑا نہ ہو کہ سوئی کے انحراف

کا زاویہ بہت قلیل ہو - ۱۵° اور ۵۵° کے درمیان انحراف موزوں ہے - نمائندہ کے دونوں سروں کے نشان پڑھ لئے جائیں - (احتیاط کی جائے کہ اختلاف منظر نہ ہونے پائے)- مقناطیس کو الٹ کر شمالی سرے کی جگہ جنوبی سرا رکھدو- لیکن مرکز کا مقام بدلنے نہ پائے - اور مکرر سوئی کے نمائندہ کے نشان پڑھ لئے جائیں -

شکل (۱۴)

"سیدھی" وضع - مماسوں کا طریقہ

اب یہی مشاہدے مقناطیس کو مقناطیسیت پیما کے دوسرے جانب اسی فاصلہ پر رکھ کر دوہراؤ - فرض کرو ان تمام مشاہدوں سے اوسط زاویہ انحراف (ذ۱) برآمد ہوتا ہے -

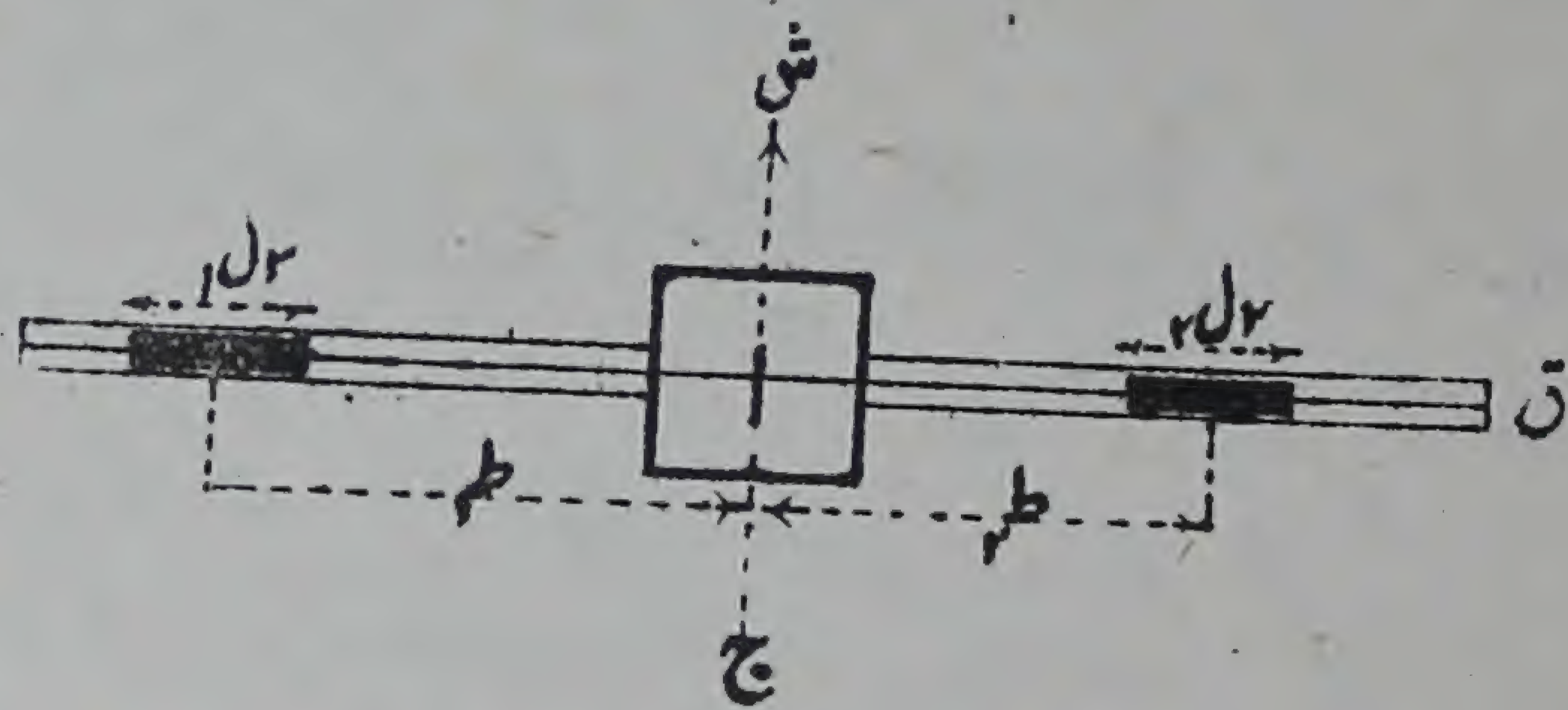
(۲۴) مقناطیسی معیار اثر والے مقناطیس کو لیکر اس کے مرکز کو پہلے مقناطیس کے مرکز کی جگہوں ہی پر رکھو اور اس کے ساتھ بھی یہی عمل کرو- اگر زاویہ انحراف کی اوسط قیمت (ذ۲) ہے تو

$$\text{تقریباً}\quad \frac{م_۱}{م_۲} = \frac{\text{مس}\ ذ_۱}{\text{مس}\ ذ_۲}$$

$$\text{کیونکہ}\quad ح_۱ = \frac{۲م_۱}{ط^۳}\ ،\ ح_۲ = \frac{۲م_۲}{ط^۳}$$

$$\text{اور}\quad ح_۱ = ف\ \text{مس}\ ذ_۱\ \text{اور}\ ح_۲ = ف\ \text{مس}\ ذ_۲$$

$$\therefore\quad \frac{م_۱}{م_۲} = \frac{\text{مس}\ ذ_۱}{\text{مس}\ ذ_۲}$$

(۲) **عدم انصراف کا طریقہ**۔ اس طریقہ میں دونوں مقناطیس ایک ساتھ مقناطیسیت پیما کے مقابل جانب رکھے جاتے ہیں، ایک اس کے مشرق پر ہوتا ہے اور دوسرا اسکے مغرب پر۔ اور ان کے فاصلوں کو ترتیب دیکر سوئی کا انصراف صفر بنایا جاتا ہے۔ واضح ہے کہ مقناطیسوں کے "مشابہ" قطب مقناطیسیت پیما کی طرف رخ کئے ہونگے۔ مقناطیسیت پیما کے مرکز اور مقناطیسوں کے مرکزوں کے درمیانی فاصلے $ط_۱$، $ط_۲$ ناپ لئے جائیں۔ اب فاصلہ ($ط_۱$) کو مستقل رکھ کر مقناطیسوں

شکل (۱۵)
"سیدھی" وضع۔ صفر انصراف کا طریقہ

کو الٹ دو تاکہ ان کے دوسرے قطب ایک دوسرے کے مقابل ہوں، اور دوسرے مقناطیس کا فاصلہ (ط۲) ٹھیک کرو تاکہ پھر انحراف صفر ہوجائے - (ط۲) کی قیمت میں خفیف سا تغیر ممکن ہے - (ط۲) کی دونوں قیمتوں کا اوسط نکالو - تو

$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{(ط_1)^3}{(ط_2)^3}$$ تقریباً

اسلئے کہ $ح_1 = \frac{2م_1}{(ط_1)^3}$ ، $ح_2 = \frac{2م_2}{(ط_2)^3}$ - اور چونکہ انحراف صفر ہے $ح_1 = ح_2$

پس $$\frac{م_1}{م_2} = \frac{(ط_2)^3}{(ط_2)^3}$$

تجربہ (۱۳) - مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ

"اٹری" یا (ب) وضع کے ذریعہ - میٹری پیمانہ کو پھیر کر مقناطیسی نصف النہار میں لاؤ لیکن مقناطیسیت پیما کو پیمانہ کے مرکز ہی پر رہنے دیا جائے - نمائندہ دائری پیمانہ کے صفر پر آنے کے لئے مقناطیسیت پیما کے صندوقچہ کو میٹری پیمانہ پر زاویۂ قائمہ میں گھمانا چاہئیے -

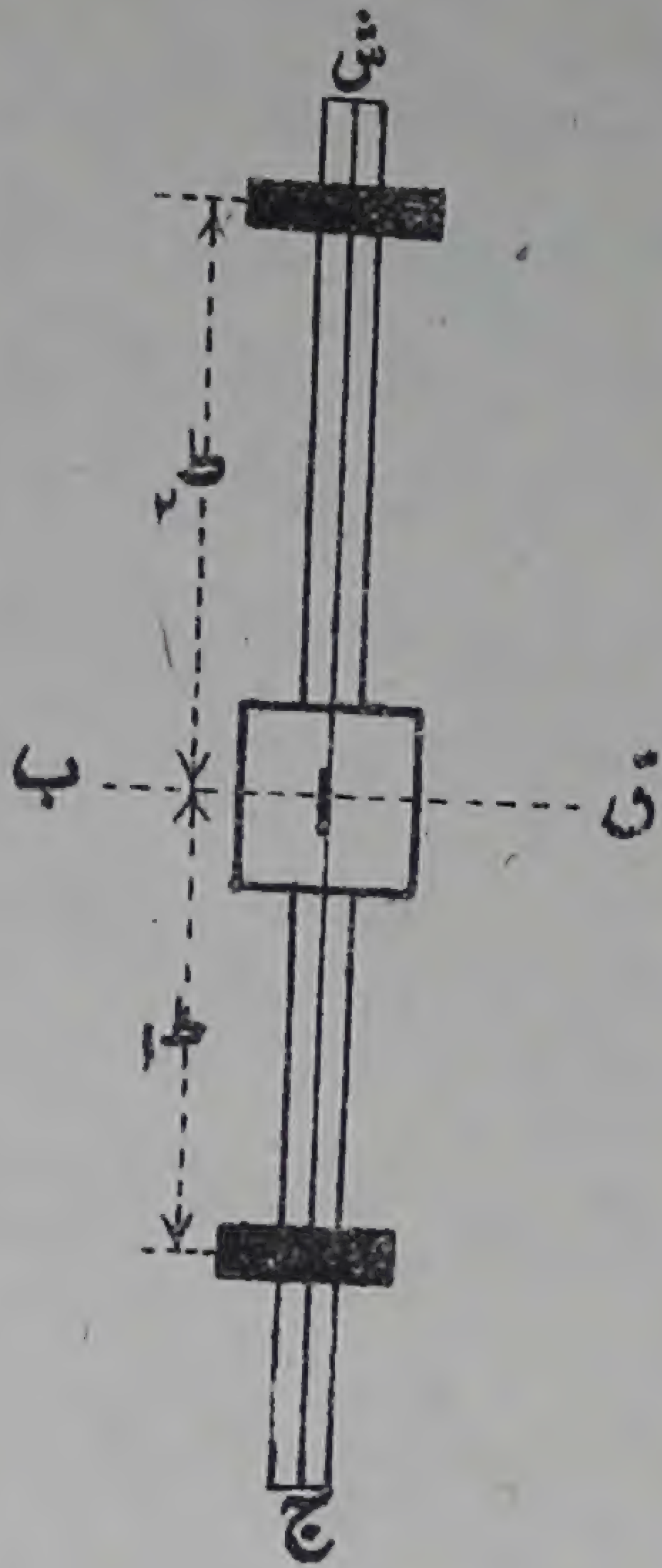
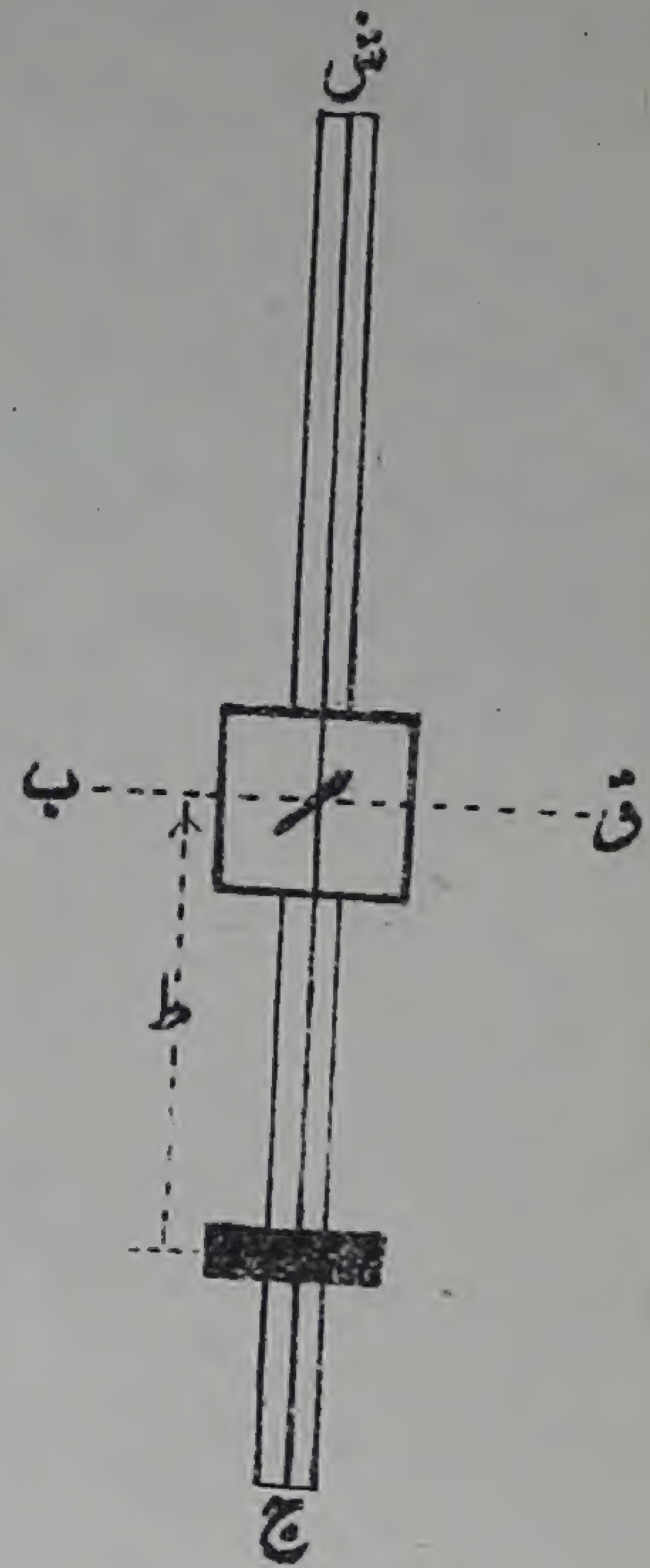
(۱) مماسوں یا مساوی فاصلوں کا طریقہ -

(م۱) مقناطیسی معیار اثر والے مقناطیس کو میٹری پیمانہ پر اس طرح رکھو کہ اس کا محور مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں ہو، اور نمائندہ کا نشان پڑھو - مقناطیس کو الٹ کر پہلے سرے کی جگہ دوسرا سرا رکھدو، اور پھر نمائندہ کا نشان پڑھ لو -

یہی مشاہدات مقناطیس کو مقناطیسیت پیما کے دوسرے جانب اسی فاصلہ پر رکھ کر دوہراؤ - فرض کرو انحراف کے تمام

زاویوں کا اوسط (ذ۱) ہے

دوسرے مقناطیس (م۲ مقناطیسی معیار اثر والے) کو مقناطیسیت پیما سے اسی فاصلہ پہ اسی طرح رکھ کر مثل سابق انصراف کے زاویئے دیکھ لو۔ فرض کر ان کی اوسط قیمت (ذ۲) ہے

شکل (۱۶)
"آڑی" وضع
مماسوں کا طریقہ

شکل (۱۷)
"آڑی" وضع
صفر انصراف کا طریقہ

تو تقریباً $\frac{م۱}{م۲} = \frac{مس ∠ذ۱}{مس ∠ذ۲}$

کیونکہ ح۱ = $\frac{م۱}{ط۱^۳}$ اور ح۲ = $\frac{م۲}{ط۲^۳}$ اور ح۱ = ف مس ∠ذ۱ اور ح۲ = ف مس ∠ذ۲

$$\therefore \quad \frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{مس} \angle \text{ذ}_1}{\text{مس} \angle \text{ذ}_2}$$

(۱۱) صفر انصراف کا طریقہ - ایک مقناطیس مقناطیسیت پیما کے شمال پر رکھا جاتا ہے اور دوسرا اس کے جنوب پر۔ اور مقناطیسیت پیما سے ان کے فاصلوں ط۱، ط۲ کو ٹھیک کرکے سوئی کا انحراف صفر کردیا جاتا ہے (شکل ۱۷)۔ اب ط۱ کو وہی رکھ کر مقناطیسوں کو الٹ دو اور ط۲ کو (اگر ضرورت ہو تو) مکرر ٹھیک کرلو تاکہ انحراف پھر صفر ہوجائے۔ اس کے بعد ط۲ کی اوسط قیمت نکالو - دونوں مقناطیس مشرق و مغرب کی سمت میں ہونے چاہئیں۔

تو تقریباً

$$\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{(\text{ط}_1)^3}{(\text{ط}_2)^3}$$

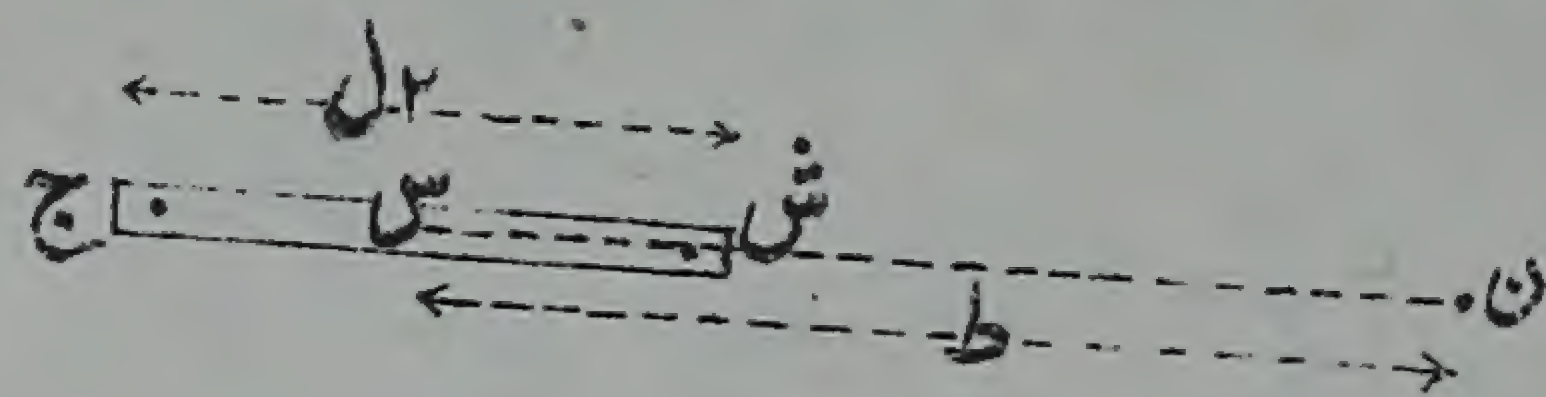
اس لئے کہ ح۱ اور ح۲ مساوی ہیں اور

$$\text{ح}_1 = \frac{\text{م}_1}{(\text{ط}_1)^3} \quad \text{اور} \quad \text{ح}_2 = \frac{\text{م}_2}{(\text{ط}_2)^3}$$

پس مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ کل چار جداگانہ طریقوں سے ہوسکتا ہے ان میں دو "سیدھی" وضع کے طریقے ہیں اور دو "آڑی" وضع کے۔ چاروں صورتوں میں زیر امتحان مقناطیسوں کے محور مشرق و مغرب کی سمت میں واقع ہوتے ہیں۔

فصل (۴) مقناطیسیت پیما کے ذریعہ مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ
پہلے سے زیادہ صحیح تحقیق

(الف) مقناطیس کے محور پر واقع نقطہ کے پاس مقناطیسی میدان کی حدت۔ "سیدھی" وضع۔
مقناطیس کے قطب کی قیمت (ق) اور قطبین کا درمیانی فاصلہ (۲ل) ہے تو اس کا مقناطیسی معیار اثر (م) = ۲ ل ق۔ مقام (ن) کے پاس اگر شمالی مقناطیسی قطب کی اکائی

۲ل
ج س ش ن
ط

شکل (۱۸)
"سیدھی" وضع

ہو تو اس پر (ش) کی قوت اندفاع

$$\frac{\text{ق}}{(\text{ش ن})^2} = \frac{\text{ق}}{(\text{ط} - \text{ل})^2}$$ ہے

اور (ج) کی قوت انجذاب

$$\frac{\text{ق}}{(\text{ج ن})^2} = \frac{\text{ق}}{(\text{ط} + \text{ل})^2}$$ ہے

پس (ن) کے پاس حاصل مقناطیسی قوت

$$\text{ح} = \frac{\text{ق}}{(\text{ط} - \text{ل})^2} - \frac{\text{ق}}{(\text{ط} + \text{ل})^2}$$

$$= \frac{\text{ق}}{(\text{ط}^2 - \text{ل}^2)^2} \left\{ (\text{ط} + \text{ل})^2 - (\text{ط} - \text{ل})^2 \right\}$$

$$= \frac{4\,\text{ق ط ل}}{(\text{ط}^2 - \text{ل}^2)^2} = \frac{2\,\text{م ط}}{(\text{ط}^2 - \text{ل}^2)^2}$$

جب (ط) بمقابلہ (ل) بڑا ہوتا ہے تو $\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^2$ بمقابلہ $\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)$ ناقابل لحاظ سمجھا جا سکتا ہے، اور

$$\text{ح} = \frac{2\,\text{م}}{\text{ط}^3} \quad \text{(تقریباً)}$$

(ب) - مقناطیس کے خط استوا پر واقع نقطہ کے پاس مقناطیسی میدان کی حدت "آڑی" وضع

اِس صورت میں نقطہ (ن) مقناطیس کے محور کو علی القوائم تنصیف کرنے والے خط پر واقع ہے۔ (دیکھو شکل ۱۹) - (ن) کے پاس مقناطیسی میدان کی حدت کے اجزائے ترکیبی

"آڑی" وضع

$\overline{\text{ش ن}}$ کی سمت میں $\frac{\text{ق}}{(\overline{\text{ش ن}})^2}$ اور $\overline{\text{ج ن}}$ کی سمت میں $\frac{\text{ق}}{(\overline{\text{ج ن}})^2}$ ہیں -

یہ دونوں جزو مساوی ہیں، اور ہر ایک س ن کی سمت اور اوس کے علی القوائم سمت میں حل ہوسکتا ہے۔ س ن کی سمت میں عمل کرنیوالے جزو ایک دوسرے کو تلف کرتے ہیں، اور اسکے علی القوائم سمت کے جزو حاصل مجموئی قوت

$$\text{ح} = \frac{\text{ق}}{(\text{ش ن})^2}\ \text{جم}\angle\,\text{ن ش س} + \frac{\text{ق}}{(\text{ج ن})^2}\ \text{جم}\angle\,\text{ن ج س}$$ پیدا کرتے ہیں

$$= \frac{2\,\text{ق}}{(\text{ش ن})^2}\cdot\frac{\text{س ش}}{\text{ش ن}} = \frac{2\,\text{ق ل}}{(\text{ش ن})^3} = \frac{\text{م}}{(\text{ط}^2 + \text{ل}^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \frac{\text{م}}{\text{ط}^3}$$

تقریباً، جبکہ (ط) بمقابلہ (ل) لمبا ہوتا ہے۔ مقناطیس کے میدان کی حدت (ح) کا مقابلہ زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف) کے ساتھ بذریعہ ضابطہ ح = ف مس ∠ کیا جاتا ہے ملاحظہ ہو صفحہ (۲۴)۔ یہاں فرض کرلیا جاتا ہے کہ مقناطیسیت پیما کی سوئی اس قدر چھوٹی ہے کہ اس کے قریب میں مقناطیسی میدان یکساں تصور ہوسکتا ہے

متذکرہ بالا نتائج سے چار جداگانہ طریقے حاصل ہوتے ہیں جو مقناطیسیت پیما کے ذریعہ، دو مقناطیسوں کے مقناطیسی معیار اثر کا مقابلہ کرنے میں مستعمل ہوسکتے ہیں۔ تجربوں کی مزید صراحت کے لئے صفحہ (۳۰) کی ابتدائی تحقیق دیکھ لی جائے۔

تجربہ (۱۴)۔ مقناطیسی معیار اثر دو ل

کا مقابلہ " سیدھی" وضع کے ذریعہ - (تجربہ ۱۲ کے مشابہ

(۱) مماسوں یا مساوی فاصلوں کا طریقہ - مقناطیسوں کو بالترتیب مقناطیسیت پیما سے ایک ہی فاصلہ (ط) پر اس طرح رکھو کہ ان کے محور سوئی کے مرکز میں سے گزریں اور مقناطیسی نصف النہار پر عمود ہوں۔ سوئی کا انصراف پیدا کرنے والے مقناطیسوں کے محور مشرق و مغرب کی سمت میں ہونے چاہئیں - اپنی اس وضع سے سوئی کا انصراف اعظم ہوتا ہے -

فرض کرو سوئی کا نمائندہ بالترتیب انصراف کا زاویہ (ذ$_1$) اور (ذ$_2$) بتاتا ہے -

$$\text{تو}\quad ح_1 = \frac{2\,م_1\,ط_1}{(ط_1^2 - ل_1^2)^2} \quad \text{اور}\quad ح_2 = \frac{2\,م_2\,ط_2}{(ط_2^2 - ل_2^2)^2}$$

چونکہ (ط$_1$) اور (ط$_2$) مساوی ہیں اسلئے ان کے بجائے (ط) لکھو

$$\text{پس}\quad \frac{ح_1}{ح_2} = \frac{\dfrac{2\,م_1\,ط}{(ط^2 - ل_1^2)^2}}{\dfrac{2\,م_2\,ط}{(ط^2 - ل_2^2)^2}} = \frac{ف\,مس\,ذ_1}{ف\,مس\,ذ_2}$$

$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{مس\,ذ_1}{مس\,ذ_2} \times \frac{(ط^2 - ل_1^2)^2}{(ط^2 - ل_2^2)^2}$$

اگر مقناطیس تقریباً مساوی طول کے ہوں تو

$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{مس\,ذ_1}{مس\,ذ_2}$$

یہ یاد رکھنا چاہیئے کہ (ط) انصراف پیدا کرنے والے مقناطیس کے مرکز اور مقناطیسیت پیما کی سوئی کے مرکز کا درمیانی فاصلہ ہے -

(۲) **صفر انصراف کا طریقہ** - مقناطیسوں کو اس سے پہلے کے موافق وضعوں میں ترتیب دو لیکن ایک مقناطیس سوئی کے ایک جانب ہو اور دوسرا اس کے دوسرے جانب - پھر ان کے فاصلوں کو ٹھیک کرکے سوئی کا انصراف صفر بنادو -

اگر (ط۱) اور (ط۲) سوئی سے مقناطیسوں کے مرکزوں کے فاصلے ہوں تو چونکہ ح۱ کو ح۲ کے مساوی بنالیا ہے

$$\therefore \frac{\text{۲م}_{۱}\,\text{ط}_{۱}}{(\text{ط}_{۱}^{۲}-\text{ل}_{۱}^{۲})^{۲}} = \frac{\text{۲م}_{۲}\,\text{ط}_{۲}}{(\text{ط}_{۲}^{۲}-\text{ل}_{۲}^{۲})^{۲}} \quad \text{یعنی} \quad \frac{\text{م}_{۱}}{\text{م}_{۲}} = \frac{(\text{ط}_{۱}^{۲}-\text{ل}_{۱}^{۲})\,\text{ط}_{۲}}{(\text{ط}_{۲}^{۲}-\text{ل}_{۲}^{۲})\,\text{ط}_{۱}}$$

اگر $(\text{ط}_{۱})^{۲}$ اور $(\text{ط}_{۲})^{۲}$ بہ نسبت $(\text{ل}^{۲})$ کے بڑے ہوں تو

$$\frac{\text{م}_{۱}}{\text{م}_{۲}} = \frac{\text{ط}_{۱}^{۳}}{\text{ط}_{۲}^{۳}} \quad \text{تقریباً}$$

تجربہ (۱۵) - مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ "اڑی" وضع کے ذریعہ - (تجربہ ۱۳ کے مشابہ)

(۱) مماسوں یا مساوی فاصلوں کا طریقہ -

مقناطیسوں کو بالترتیب سوئی کے مرکز سے ایک ہی فاصلہ (ط) پہ رکھ کر انصراف کے زاویئے مشاہدہ کرو - اس صورت میں بھی مقناطیسوں کے محور مشرق و مغرب کی سمت میں ہونے چاہئیں -

تو چونکہ عام ضابطہ کی رو سے $\text{ح}_1 = \frac{\text{م}_1}{(\text{ط}_1^2 + \text{ل}_1^2)^{\frac{3}{2}}}$ اور $\text{ح}_2 = \frac{\text{م}_2}{(\text{ط}_2^2 + \text{ل}_2^2)^{\frac{3}{2}}}$

اور یہاں $\text{ط}_1 = \text{ط}_2 = \text{ط}$

$$\frac{\text{ح}_1}{\text{ح}_2} = \frac{\dfrac{\text{م}_1}{(\text{ط}^2 + \text{ل}_1^2)^{\frac{3}{2}}}}{\dfrac{\text{م}_2}{(\text{ط}^2 + \text{ل}_2^2)^{\frac{3}{2}}}} = \frac{\text{ف مس}\angle\text{ذ}_1}{\text{ف مس}\angle\text{ذ}_2}$$

$$\therefore \frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{(\text{ط}^2 + \text{ل}_2^2)^{\frac{3}{2}}\ \text{مس}\angle\text{ذ}_1}{(\text{ط}^2 + \text{ل}_1^2)^{\frac{3}{2}}\ \text{مس}\angle\text{ذ}_2}$$

اگر مقناطیس تقریباً مساوی طول کے ہوں، تو

$$\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{مس}\angle\text{ذ}_1}{\text{مس}\angle\text{ذ}_2}$$

(۲) صفر انصراف کا طریقہ - ایک مقناطیس کے مرکز کو سوئی کے شمال پر رکھو اور دوسرے کے مرکز کو اس کے جنوب پر (دونوں کی وضع مقناطیسیت پیما کے لحاظ سے "آڑی" ہو)۔ اور ان کے فاصلے سوئی کے مرکز سے ٹھیک کرکے سوئی کو مقناطیسی نصف النہار سے منصرف نہ ہونے دو۔

اگر یہ فاصلے (ط۱)، (ط۲) ہوں تو

$$\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{(\text{ط}_1^2 + \text{ل}_1^2)^{\frac{3}{2}}}{(\text{ط}_2^2 + \text{ل}_2^2)^{\frac{3}{2}}}$$

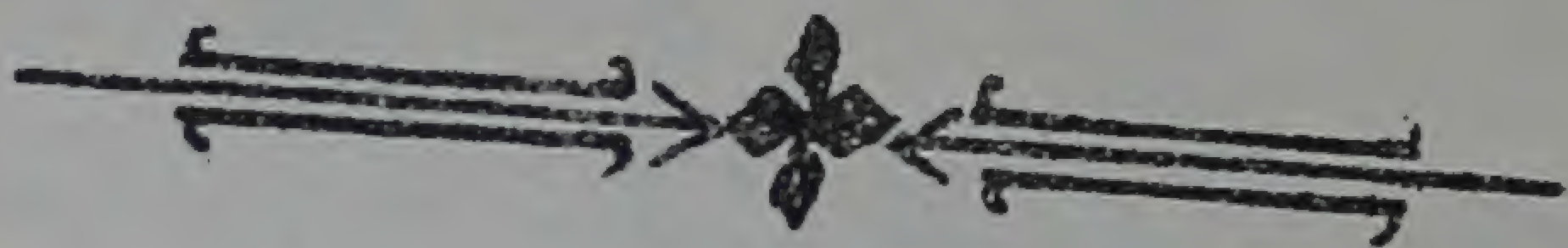
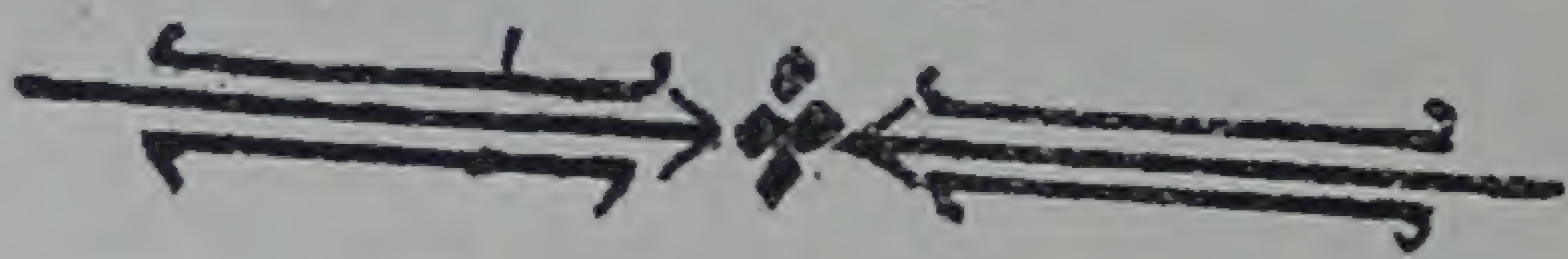
اگر (ل۱) اور (ل۲) بمقابلہ (ط) چھوٹے ہوں تو

$$\frac{م_۱}{م_۲} = \frac{(ط_۱)^۳}{(ط_۲)^۳}$$

زاویہ انصراف (ذ) اور فاصلہ (ط) کے مشاہدوں کے متعلق تنبیہ۔ اگر انصراف پیدا کرنے والا مقناطیس یکساں مقنایا گیا نہ ہو تو اس کا مقناطیسی خط استوا ایک سرے سے بہ نسبت دوسرے سرے کے قریب تر ہوگا۔ پس صحیح فاصلہ (ط) مقناطیسیت پیما کی سوئی اور مقناطیسی سلاخ کے ہندسی مرکز کا درمیانی فاصلہ نہیں ہے۔ معہذا اگر سوئی کے توازن کی کھونٹی (یا اس کا نقطہ تعلیق) اس کے صندوقچہ کے ٹھیک مرکز پر نہ ہو تو اس وجہ سے بھی (ط) کی قیمت میں غلطی واقع ہوگی۔ ان دو وجوہ سے پیدا ہونے والی خطاؤں سے بچنے کے لئے پہلے مقناطیس کو سوئی کے ایک جانب رکھ کر انصراف دیکھنا چاہئے اور پھر اس کو الٹا کر اس کے مقناطیسی قطبین کے رخ پھیر دینا چاہئے۔ اس کے بعد اس کو مقناطیسیت پیما کے مقابل جانب اسی فاصلہ (ط) پر رکھ کر یہی عمل دوہرائے جانے چاہئیں۔ زاویہ انصراف پڑھتے وقت نمائندہ کے دونوں سروں کے نشان معائنہ کئے جائیں۔ پس زاویہ انصراف (ذ) کی کل آٹھ قیمتیں مشاہدہ ہونگی۔ ان سب کا اوسط صحیح زاویہ انصراف تصور کیا جائے۔

صفر انصراف کے طریقہ میں دوران مشاہدہ ایک مقناطیس کو ہمیشہ ایک ہی فاصلہ (ط۱) پر رکھنا چاہئے۔ اس کے لحاظ سے دوسرے مقناطیس کا فاصلہ (ط۲) ٹھیک کرنے کے بعد دونوں مقناطیسوں کو الٹا دینا چاہئے۔ (ط۱) کو تو

مستقل رکھا جاتا ہے (ط۲) کو کسقدر بدلنے کی ضرورت ہوگی تاکہ انحراف دوبارہ صفر ہو جائے۔ پھر مقناطیسوں کو سوئی کے پیشتر کے مقابل جانب رکھنا ہوتا ہے اور (ط۲) کے لئے دو مزید مشاہدے کرنے ہوتے ہیں۔ حسابی عمل میں (ط۲) کی ان چار قیمتوں کا اوسط استعمال ہونا چاہیئے۔

تیسرا باب

ایک مقناطیس کا اہتزاز مقناطیسی میدان میں

فصل (۱) مقناطیسی میدانوں کا مقابلہ اہتزازوں کے ذریعہ

جب کوئی مقناطیس اس طرح لٹکایا جاتا ہے کہ ایک ہموار مقناطیسی میدان میں تشاکل کے کسی محور کے گرد اہتزاز کرسکے تو اس کی حرکت کو تقریباً سادہ موسیقی فرض کرکے اس کے ایک کامل اہتزاز کی مدت (یعنے وقت دوران) کے لئے یہ ضابطہ ثابت کیا جاسکتا ہے:

$$و = ۲\pi \sqrt{\frac{مج}{م ف}}$$

جس میں (و) وقت دوران ہے، (مج) مقناطیس کے جمود

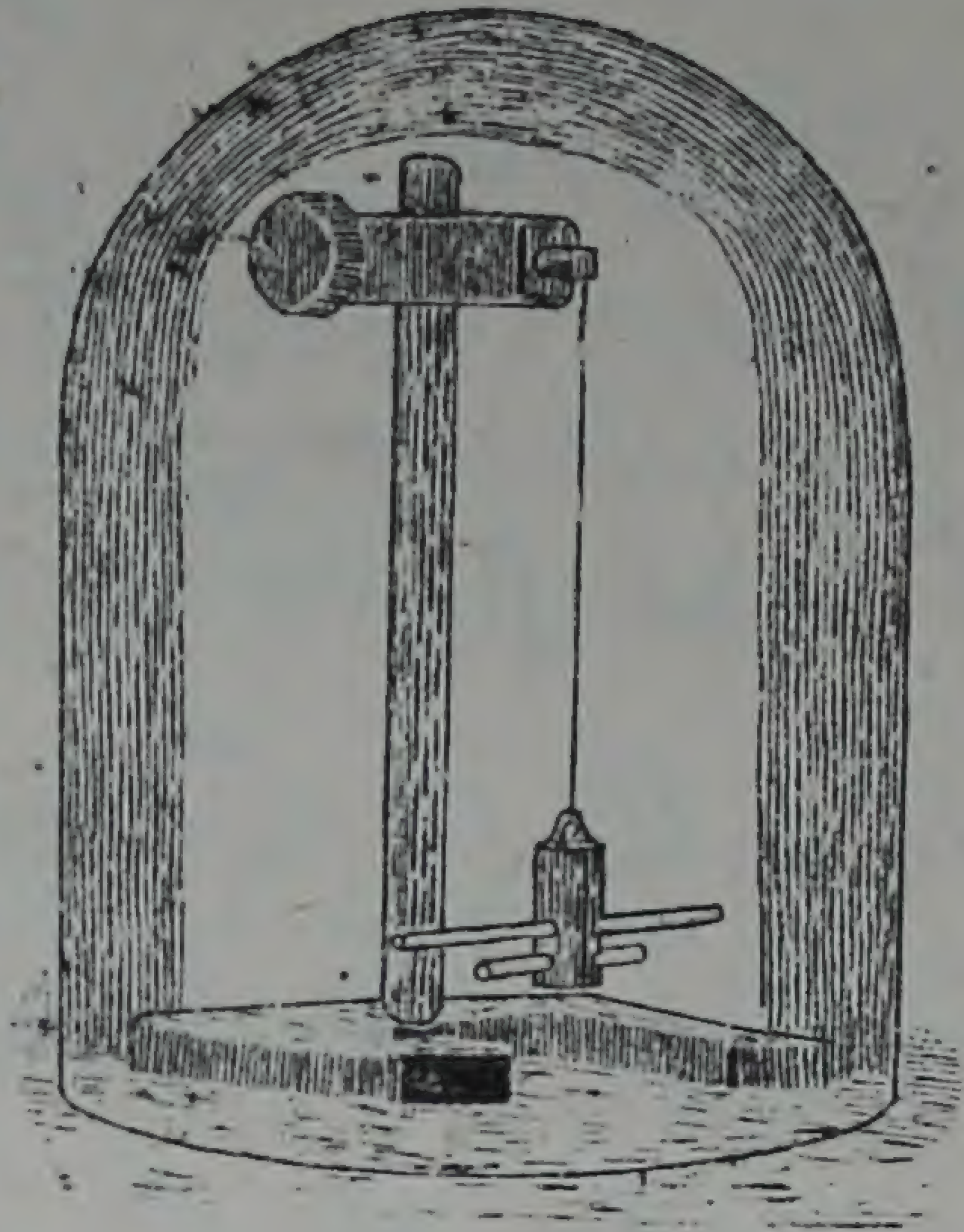
کا معیار اثر اہتزاز کے محور کے گرد، (م) اس کا مقناطیسی معیار اثر اور (ف) زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت ہے۔

اگر اُسی مقناطیس کو کسی میدان کے مختلف حصوں میں اہتزاز کرنے دیا جائے تو چونکہ (مج) اور (ف) مستقل رہینگے اور (و) اور (ف) میں تغیر واقع ہوگا۔ اس لئے ازروے ضابطہ

$$ف و^2 = \frac{4 \pi^2 مج}{م} = ایک\ مستقل$$

پس اگر اس مستقل کی قیمت مقناطیس کو معلوم مقناطیسی میدان میں اہتزاز میں لاکر ایک بار دریافت کرلی جائے تو کسی دوسرے میدان کی حدت اس کے متعلقہ وقت دوران (و) کو معلوم کرنے سے دریافت کی جاسکتی ہے۔

تجربہ (۱۶)۔ زمین کے مقناطیسی میدان کی حدت کو معلوم مان کر کسی مقام کے مقناطیسی میدان کی حدت کی تعیین۔ اس تجربہ میں ایک چھوٹا فولادی مقناطیس (صرف ۲ سم لمبا) پیتل کے ایک چھوٹے اسطوانے میں (محور کے علی القوائم) جمایا جاتا ہے اور اسطوانہ ایک مجرد ریشمی ریشہ کے ذریعہ لٹکایا جاتا ہے۔ اہتزازوں کے معائنہ میں سہولت کی غرض سے اسطوانہ سے ایک ہلکا لمبا الومنیم کا نمائندہ جوڑ دیا جاتا ہے۔ سوئی کو ہوائی روؤں کے اثر سے محفوظ رکھنے کے لئے ٹکین (غیر مقناطیسی

مادے کی بنی ہوئی) سمیت ایک شیشہ کے فانوس سے ڈھانپ دینا چاہئے

شکل (۲۰)
سیرل کی اہتزازی سوئی

اس آلہ کو میز پر لوہے کی چیزوں (مثلاً گیس کی لوہے کی نلیاں، ستون وغیرہ) سے دور رکھو۔ اور اس کے نزدیک سے دوسرے مقناطیسوں چاقوؤں وغیرہ کو ہٹا لو۔ سوئی کے قریب تھوڑی دیر کے لئے ایک دوسرا مقناطیس لیجاکر اہتزاز میں لاؤ لیکن زاویہ اہتزاز چند درجوں سے متجاوز نہ ہونے دو ورنہ حیطہ اہتزاز زیادہ ہونے سے حرکت سادہ موسیقی نہ ہوگی۔ سوئی کے چند کامل اہتزازوں (مثلاً ۴۰ یا ۵۰ اگر ممکن ہو) کی مدت معلوم کرلی جائے، اور اس سے ایک کامل اہتزاز کی مدت یا وقت دوران (و۔ د) شمار کر لیا جائے۔

زمین کے مقناطیسی میدان کی قیمت (ف۔) کو معلوم

فرض کرکے مندرجہ ذیل مساوات سے مستقل (ھر) کی قیمت دریافت کرو:

$$ف. (و.)^2 = ھر$$

پھر آلات تجربہ کو اس مقام پہ لیجاؤ جہاں کے مقناطیسی میدان کی حدت شمار کرنی ہے، اور وہاں بھی تجربہ دوہرا کر اہتزاز کا وقت دوران (ش) مشاہدہ کرو۔ مستقل (ھر) کی جو قیمت ابھی دریافت ہوئی ہے اس کی مدد سے میدان کی حدت

$ف = \frac{ھر}{و^2}$ دریافت کرو۔ اس طرح پر تجربہ خانہ کی "مقناطیسی پیمائش" عمل میں آسکتی ہے۔

حسابی شمار میں زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت کا اسقاط

اکثر اس کی ضرورت پیش آتی ہے کہ ایسے مقناطیسی دو میدانوں کی حدتوں کا مقابلہ کیا جائے جن میں سے کسی کی بھی قیمت معلوم نہیں ہے۔ اگر دونوں میدان خالص ہوں یعنے ان کے ساتھ کوئی اور میدان شریک نہ ہو تو طریقہ مصرحہ بالا سے ان کا مقابلہ ہوسکتا ہے۔ لیکن علی العموم زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی شرکت کی وجہ سے میدان خالص نہیں ہو سکتے۔

اگر ایک میدان (ح) زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف.) کے متوازی ترتیب دیا جائے تو حاصل مجموعی میدان (ف) یا تو ان دونوں کا مجموعہ ہوگا یا ان کا تفاوت۔ ایسی صورت میں سوئی کو اس مشترک میدان میں اہتزاز میں لاکر

اس کا وقت دوران (و) معلوم کر لیا جائے - یہ یاد رکھنا چاہئے کہ حاصل مجموعی میدان اگر (ح + ف) ہو تو تجربہ کے نتائج زیادہ صحیح برآمد ہونگے - پس اگر یہ ممکن ہو تو (ح) کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ اس کو (ف.) سے تائید ہو تا کہ وہ اکیلے زمین کے افقی میدان میں اہتزاز کرنے کی بہ نسبت زیادہ جلد اہتزاز کرے اور ساتھ ہی اس کی وضع ٹھیک وہی رہے جو زمین کے میدان میں ہوتی ہے -

اگر محض زمین کے میدان میں سوئی کے اہتزار کا وقت دوران (و.) معلوم ہے تو اساسی مساوات سے

$$ف. = \frac{م}{(و.)^2}$$

اور $$ف = \frac{م}{و^2}$$

لیکن $$ف = ف. + ح$$

یا $$ح = ف - ف.$$

پس $$ح = \frac{م}{و^2} - \frac{م}{و.^2}$$

یا $$ح = م\left(\frac{1}{و^2} - \frac{1}{و.^2}\right)$$

جب دو میدانوں (ح$_1$، ح$_2$) کا مقابلہ کرنا ہوتا ہے تو ان کو یکے بعد دیگرے اس طرح ترتیب دینا چاہئے کہ زمین

کے افقی مقناطیسی میدان (ف.) کو ان سے پوری تقویت
پہنچے - پھر ان مجموعی میدانوں میں سوئی کے اہتزاز کی
مدتیں دریافت کر لی جائیں اور ح۱، ح۲ کی نسبت اخذ
کی جائے:

$$\frac{\text{ح}_{1}}{\text{ح}_{2}} = \frac{\frac{1}{(\text{و}_{1})^{2}} - \frac{1}{(\text{و}_{0})^{2}}}{\frac{1}{(\text{و}_{2})^{2}} - \frac{1}{(\text{و}_{0})^{2}}}$$

تجربہ (۱۷) - ایک مجرد مقناطیسی قطب کی قوت کے کلیّہ کی تصدیق - اہتزاز کی سوئی
کے پاس سے دوسرے مقناطیسوں (اور لوہے کی چیزوں)
کو ہٹا کر پچاس اہتزازوں کی مدت معلوم کرو - جیسا کہ قبل
ازیں ہدایت ہوئی ہے اہتزاز کے وقت سوئی کو ہوائی روؤں
سے بچانا چاہئے اور اہتزاز کا حیطہ چھوٹا ہونا چاہئے -
فرض کرو اس سے وقت دوران (و.) ماخوذ ہوتا ہے
اور زمین کا افقی مقناطیسی میدان (ف.) ہے

تو $\text{ف}_{0}\,\text{و}_{0}^{2} = \text{ھ}$ جو ایک مستقل عدد ہے

اگر (ف.) پہلے سے معلوم ہے تو اس مساوات سے
مستقل (ھ) کی قیمت دریافت ہوسکتی ہے لیکن چونکہ
تجربہ کے حسابی عملوں میں (ھ) ساقط ہوجاتا ہے اس لئے
اس کے معلوم کرنے کی ضرورت نہیں -

پس $$\text{ف}_{0} = \frac{\text{ھ}}{\text{و}_{0}^{2}}$$

اب ایک لمبا گردار مقناطیس لو جس کا پہلے بھی ذکر

آیا ہے، اور اس کو لکڑی کے سہارے کے ذریعہ انتصابی وضع میں کھڑا کرو۔ مقناطیس کا نیچے والا قطب سوئی کے مرکز اور مقناطیسی شمال و جنوب میں سے گزرنے والے خط پر رکھا جائے۔

سوئی یا تو پہلے کی بہ نسبت زیادہ جلد اہتزاز کریگی یا آہستہ یا یہ بھی ممکن ہے کہ ایسی وضع اختیار کرنا چاہے جس سے اس کے سروں کے رخ بالکل بدل جائیں، یعنے شمال کی طرف جنوبی سرا ہو اور جنوب کی طرف شمالی سرا۔ یہ صورتیں مقناطیس کے قطب کی نوعیت اور اُس کے محل پر موقوف ہیں۔

صحت تجربہ کے لئے یاد رکھنا چاہئے کہ مقناطیس کا قطب ایسی وضع میں ہو کہ اہتزاز کرنے والی سوئی کا رخ ٹھیک وہی رہے جو مجرد زمین کے افقی میدان میں تھا اور پہلے کی بہ نسبت اس کے اہتزاز کی مدت گھٹ جائے۔

چونکہ وقت دوران میں تخفیف ہوئی ہے اس لئے سوئی جس میدان (ف) میں اب اہتزاز کرتی ہے زیادہ حدت کا ہے۔ یعنے زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف ا) کو مقناطیس کے قطب کے میدان (ح) سے تقویت پہنچتی ہے۔

پس ف = ف ا + ح

مقناطیس کے نیچے والے قطب کو سوئی سے مختلف فاصلوں (ط۱، ط۲، ط۳ وغیرہ) پر رکھو۔ لیکن اس کو سوئی کے ایک ہی جانب، اور سوئی پر سے گزرنے والے مقناطیسی نصف النہار پر رکھو۔ سوئی سے قطب کا فاصلہ

تقریباً ۵ سم سے شروع کرکے ۲۰ سم تک بڑہایا جاے۔ ان فاصلوں کو احتیاط سے ناپو اور ہر ہر فاصلہ کے لئے سوئی کے اہتزاز کی مدت و_1 ، و_2 ، و_3 وغیرہ معلوم کرو۔

اِس تجربہ کا مدعا یہ ثابت کرنا ہے کہ ایک مجرد قطب کا مقناطیسی میدان قطب کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتا ہے۔ یعنے ہمیں یہ ثابت کرنا مقصود ہے کہ (ح) متناسب ہے $\frac{1}{\text{ط}^2}$ کے

پس اگر $\text{ح}_1 \text{ط}_1^2 = \text{ح}_2 \text{ط}_2^2 = \text{ح}_3 \text{ط}_3^2$ وغیرہ ثابت ہوجائے تو مطلب حاصل ہوجاتا ہے۔

$$\text{چونکہ}\quad \text{ح}_1 = \text{ھ}\left(\frac{1}{\text{و}_1^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)$$

$$\text{اور}\quad \text{ح}_2 = \text{ھ}\left(\frac{1}{\text{و}_2^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)$$

پس ہم ثابت کرینگے کہ

$$\text{ھ}\left(\frac{1}{\text{و}_1^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_1^2 = \text{ھ}\left(\frac{1}{\text{و}_2^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_2^2 = \text{ھ}\left(\frac{1}{\text{و}_3^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_3^2 = \text{وغیرہ}$$

چونکہ مستقل (ھ) ان سب جملوں میں مشترک ہے اسلئے صرف

$$\left(\frac{1}{\text{و}_1^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_1^2 = \left(\frac{1}{\text{و}_2^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_2^2 = \left(\frac{1}{\text{و}_3^2} - \frac{1}{\text{و}_0^2}\right)\text{ط}_3^2 \;\text{وغیرہ}$$

کو ثابت کرنے کی ضرورت ہے۔

مشاہدات کو جدول کی شکل میں اس طرح ترتیب دو :-

قطب کا فاصلہ (ط) سنتی میٹر	وقت دوران (و)	$\frac{1}{و^2}$	$\frac{1}{و^2} - \frac{1}{و_.^2}$	$ط^2\left(\frac{1}{و^2} - \frac{1}{و_.^2}\right)$
۵				
۶				
۷				
۸				
۱۰				
۱۲				
۱۵				
۲۰				
لاتناہی	و. =			

جب مقناطیس کا قطب لاتناہی پر ہوتا ہے تو واضح ہے کہ اہتزاز کی مدت (یعنی وقت دوران) صرف زمین کے مقناطیسی میدان میں اہتزاز کرنے کی مدت ہے۔

اگر کافی احتیاط سے تجربہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ آخری خانہ کے اعداد تقریباً مستقل ہیں۔ پس مجرد قطب کی مقناطیسی قوت قطب کے فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتی ہے۔

قبل ازیں صفحہ (۲۶) پر بتایا گیا ہے کہ ان تمام مشاہدوں میں مقناطیس کے اوپر والے قطب کا اثر ناقابل لحاظ ہے۔

فصل (۲) مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ اہتزازوں کے ذریعہ

جب ایک مقناطیس باریک ریشہ سے (ف) حدت کے مقناطیسی میدان میں اس طرح لٹکایا جاتا ہے کہ اس کا محور افقی مستوی میں ہو تو محور حالت توازن میں ایک خاص وضع اختیار کر لیتا ہے۔ اگر مقناطیس کو وضع توازن سے خفیف سا (ریشہ کی وضع کو مستقل رکھ کر) ہٹا دیا جائے تو وہ اس کے گرد اہتزاز کرنے لگتا ہے۔

جب اہتزاز کا حیطہ چھوٹا ہوتا ہے تو اہتزازوں کی مدت ایک ہوتی ہے یعنے وہ مساوی الاوقات ہوتے ہیں۔ وقت دوران مقناطیس کی کمیت اور شکل کے اور نیز اس کو حالت توازن میں واپس لانے والے جفت کے تابع ہوتا ہے۔

کامل اہتزاز یعنے وضع سکون میں سے علی التواتر ایک ہی سمت میں دو بار گزرنے کا وقت (و) مساوات ذیل میں مندرج ہے:

$$و = ۲ \pi \sqrt{\frac{مج}{م ف}}$$

پس اگر (مج) اور (ف) مستقل رہیں تو وقت دوران کا مربع اہتزاز کرنے والے نظام کے مقناطیسی معیار اثر کے متناسب ہے۔

$$\text{یعنے}\quad و^{۲} = \frac{۴\pi^{۲} مج}{م ف} = \frac{ل}{م}$$

جس میں (ل) ایک مستقل ہے جو $\frac{2\pi^2\,\text{مج}}{\text{ت}}$ کے مساوی ہے۔ اگر (مج) مستقل نہ ہو تو ایک ہی مقناطیسی میدان میں (د۲) متناسب ہوتا ہے $\frac{\text{مج}}{\text{م}}$ کے۔

تجربہ (۱۸)۔ دو مقناطیسوں کو علیحدہ علیحدہ اہتزازہ کراکر ان کے مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ

پہلے ایک مقناطیس کو باریک ریشہ سے لٹکاکر افقی مستوی میں اہتزاز کراؤ۔ محض زمین کے افقی مقناطیسی میدان کے زیر اثر اس کے ۵۰ کامل اہتزازوں کی مدت دریافت کرکے وقت دوران شمار کرو۔ فرض کرو یہ مدت (د۱) ہے۔

اب اس مقناطیس کو نکال کر اس کے عوض دوسرے مقناطیس کو پیشتر ہی کے مقام پر (تاکہ میدان کی حدت ایک ہی رہے) اہتزاز کراؤ۔ فرض کرو اس کا وقت دوران (د۲) ہے۔

ان اہتزازوں کے تجربوں میں مشاہدہ سے پہلے ریشہ کو پیچ یا مروڑ سے بالکل آزاد کرلینا ضرور ہے۔ اس کے لئے مقناطیس کے مساوی وزن کے کسی غیر مقناطیسی مادے کو ریشہ سے لٹکاکر کافی دیر تک چھوڑ دینا چاہئے تاکہ ریشہ سے بل نکل جائے۔ اگر یہ احتیاط نہ برتی جائے تو مقناطیس ٹھیک مقناطیسی نصف النہار میں اہتزاز نہ کریگا۔ ریشہ کے مروڑ کے باعث ایک جفت اس پر عمل کرے گا جس کی وجہ سے وہ اس خط سے منصرف ہو جائیگا۔ نیز اس کی

بھی ضرورت ہے کہ مقناطیس شیشہ کے پہلوؤں کے بند صندوقچہ میں اہتزاز کریں تاکہ ان کی حرکت نظر آئے اور ساتھ ہی وہ ہوائی روؤں کے اثر سے مصئون رہیں ۔ (ملاحظہ ہو شکل ۳۳)

اہتزازوں کی گنتی ایسے وقت سے شروع کی جائے جبکہ مقناطیس اپنے سکون کی وضع میں سے گزرتا ہو، اور زاویہ اہتزاز وضع سکون کے دونوں جانب ۵° سے متجاوز نہ ہونے پائے ۔

چونکہ $\text{و}_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\text{مج}_1}{\text{م}_1\,\text{ف}}}$

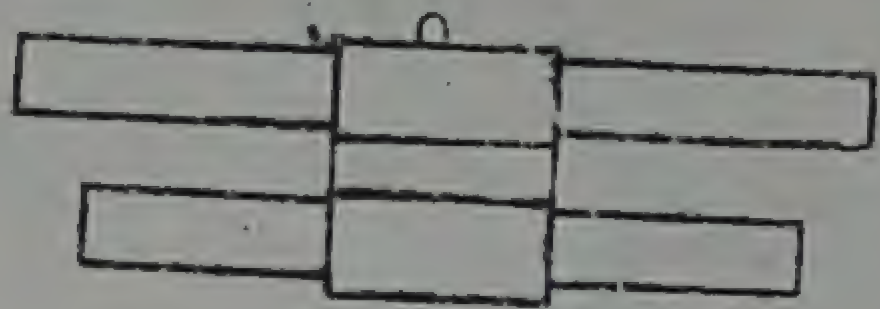
اور $\text{و}_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\text{مج}_2}{\text{م}_2\,\text{ف}}}$

$$\therefore \quad \frac{(\text{و}_1)^2}{(\text{و}_2)^2} = \frac{\text{مج}_1\,\text{م}_2}{\text{مج}_2\,\text{م}_1}$$

یا $$\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{مج}_1\,(\text{و}_2)^2}{\text{مج}_2\,(\text{و}_1)^2}$$

مقناطیسوں کی کمیتوں اور ان کے ابعاد سے (مج۱) اور (مج۲) شمار کئے جائیں اور $\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2}$ کی تعیین کر لی جائے۔

اگر مقناطیس شکل و حجم میں مساوی اور نیز ایک ہی کثافت کے ہوں تو (مج۱) = (مج۲)

تجربہ (۱۹) - دو مقناطیسوں کو ملا کر اہتزاز کرانے سے ان کے معیار اثروں کا مقابلہ۔

شکل (۲۱) کی طرح دونوں مقناطیسوں کو ایک مناسب رکاب میں ترتیب دو۔ پہلے ان کے مشابہ قطبوں کا رخ ایک ہی سمت میں رکھو۔ رکاب پیچ یا مڑوڑ سے آزاد ریشہ سے زمین کے افقی میدان میں اہتزاز کے صندوقچہ کے اندر لٹکائی جانی چاہیے۔

شکل (۲۱) ہمرکاب دو مقناطیس

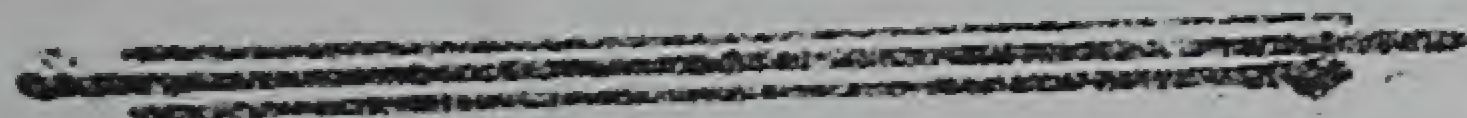
حسب طریقہ معمولی اہتزاز کا وقت دوران ($و_۱$) معلوم کرو۔

اب مقناطیسی سوئی سے مساوی فاصلوں پر ان مقناطیسوں کو رکھ کر زاویہ انحراف کے معائنہ سے دیکھ لو ان میں سے کونسا زیادہ کمزور ہے۔ پہلے اس کا شمالی قطب جدھر تھا ادھر اب جنوبی قطب کردو۔ پھر اہتزاز کا وقت دوران ($و_۲$) معلوم کر لو۔

ایک مقناطیس کا رخ بدلنے سے اہتزاز کرانے والے نظام کے جمود کے معیار اثر میں کوئی تغیر نہیں پیدا ہوتا، لیکن اب مجموعہ کا مقناطیسی اثر بجائے $م_۱ + م_۲$ کے (جو پہلی ترتیب میں تھا) $م_۱ - م_۲$ ہو جاتا ہے۔ یہاں ($م_۲$) کم طاقت والے مقناطیس کا معیار اثر ہے جو

اب رکاب میں رخ بدل کر رکھا گیا ہے ۔

$$\frac{(و_۱)^۲}{(و_۲)^۲} = \frac{م_۱ - م_۲}{م_۱ + م_۲}$$

لہذا
$$\frac{م_۱}{م_۲} = \frac{و_۱^۲ + و_۲^۲}{و_۲^۲ - و_۱^۲}$$

چوتھا باب

زمین کا مقناطیسی میدان

فصل (۱) میدان کی تخصیص

کسی مقام پر کے مقناطیسی میدان کی مکمل تخصیص کے لئے تین مقادیر کا معلوم ہونا ضروری ہے - اس لئے کہ کسی بھی سمتی مقدار کی تعیین جبھی ہوسکتی ہے کہ اس کی مقدار اور سمت دونوں معلوم ہوں۔ اور تین ابعاد کے حوالہ سے جب پیمائش کی جاتی ہے تو کسی مخصوص سمت کی نشاندہی کے لئے دو مقداروں کا جاننا ضروری ہے۔ کسی مقام پر زمین کے مقناطیسی میدان کی تعریف و تصریح کے لئے عموماً یہ تین مقداریں مستعمل ہوتی ہیں :-

(۱) مقناطیسی میدان کا افقی جزو۔

(۲) مقناطیسی انحراف یعنے مقناطیسی اور جغرافی نصف النہاروں کا درمیانی زاویہ۔

(۳) زاویہ میلان یعنے وہ زاویہ جو حاصل مجموعی مقناطیسی میدان کی سمت اور افقی مستوی کے مابین واقع ہے۔

ان شقوں میں صرف پہلی اور تیسری مقداروں کی تعیین کی جائیگی۔ دوسری مقدار یعنے انحراف کی تعیین کے لئے فلکی مشاہدوں کی ضرورت ہے تا کہ جغرافی نصف النہار صحت کے ساتھ دریافت ہو۔ مقناطیسی نصف النہار دریافت کرنے کا جو طریقہ ہے قبل ازیں صفحہ (۱۶) پر مقناطیسی محور کی تعیین کے طریقہ کے ساتھ بیان ہو چکا ہے۔

فصل (۲)۔ زمین کے مقناطیسی میدانکے افقی جزو کی تعیین

ذیل میں جو طریقہ بیان ہوگا ابتداءً گاوس کا مجوزہ ہے اور علی العموم زمین کے مقناطیسی میدان کے افقی جزو کی تعیین میں یہی طریقہ مستعمل ہے، جہاں کہیں فضاء کے کافی وسیع حصہ میں کوئی مقناطیسی میدان یکساں پایا جائے اس کی تعیین کے لئے یہ طریقہ بکار آمد ہو سکتا ہے۔

یہ طریقہ دو علحدہ تجربوں پر مشتمل ہے۔ لیکن واضح ہے کہ دونوں تجربے اسی جگہ کئے جانے چاہئیں جہاں کے مقناطیسی میدان کی تعیین مقصود ہے۔ پہلے تجربہ میں معلوم جمود کے معیار اثر والے ایک مقناطیس کو آزادی کے ساتھ لٹکا کر اس کے اہتزاز کا وقت دوران دریافت کیا جاتا ہے۔ دوسرے تجربہ میں مقناطیسیت پیما کے ذریعہ اس

مقناطیس کے میدان اور زمین کے میدان کا مقابلہ کرلیا جاتا ہے۔

تنبیہ۔ تجربوں سے پہلے لوہے کی بنی ہوئی تمام چیزوں کو قرب و جوار سے نکال دینا چاہئے

تجربہ۔ اہتزاز۔ اگر ایک کامل اہتزاز کا وقت (و) ہو اور مقناطیس آزادانہ زمین کے افقی میدان میں اہتزاز کرے تو

$$و = ۲\pi \sqrt{\frac{مج}{م ف}}$$

جس میں ف = زمین کے مقناطیسی میدان کا افقی جزو۔
م = مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر۔
اور مج = محور تعلیق کے گرد مقناطیس کے جمود کا معیار اثر

$$پس \quad م ف = \frac{۴\pi^۲ مج}{و^۲}$$

لہذا اگر (مج) معلوم ہو تو (م ف) کا شمار س۔گ۔ث کی اکائیوں میں ہوسکتا ہے۔

چونکہ سلاخ ایک منتظم ہندسی شکل کی ہوتی ہے اس کے جمود کا معیار اثر کمیت اور ابعاد کے ذریعہ شمار کرلیا جاسکتا ہے۔ عموماً ایسے مقناطیس مستطیل سلاخ کی شکل کے ہوتے ہیں۔ اور اس شکل کے مقناطیس کے جمود کا معیار اثر:

$$مج = ک \frac{ا^2 + ب^2}{3}$$

جہاں (ک) مقناطیس کی کمیت ہے اور (ا) اور (ب) اہتزاز کی حالت میں اُس کا جو پہلو افقی وضع میں تھا اُس کے کناروں کے نصف طول ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۲۲)۔

کسی دوسری (منتظم) شکل کی سلاخ کے جمود کا معیار اثر ختم کتاب کے ضمیمہ کے ضابطوں سے دریافت ہو سکتا ہے۔

تجربہ (۳۰)۔ (م ف) کی تعیین۔

مقناطیس کو لٹکانے سے پہلے اس کا اطمینان کرلو کہ ریشہ تعلیق میں مروڑ تو نہیں ہے۔ اس کے تیقن کے لئے لٹکانے کی رکاب میں مقناطیس کے مساوی کمیت کی پیتل کی

شکل (۲۲)
مستطیل سلاخی مقناطیس

ایک سلاخ رکھ کر چھوڑ دو۔ ریشہ میں اگر بل ہوگا تو ریشہ اس کی مخالف سمت میں چکر پھر کر بل نکل جائیگا تھوڑی دیر سے پیتل کی سلاخ کی حرکت احتیاط سے روک دی جانی چاہئے ورنہ بل نکل جانے کے بعد سلاخ کا جمود ریشہ میں پہلے کی مخالف سمت میں از سرِ نو بل پیدا

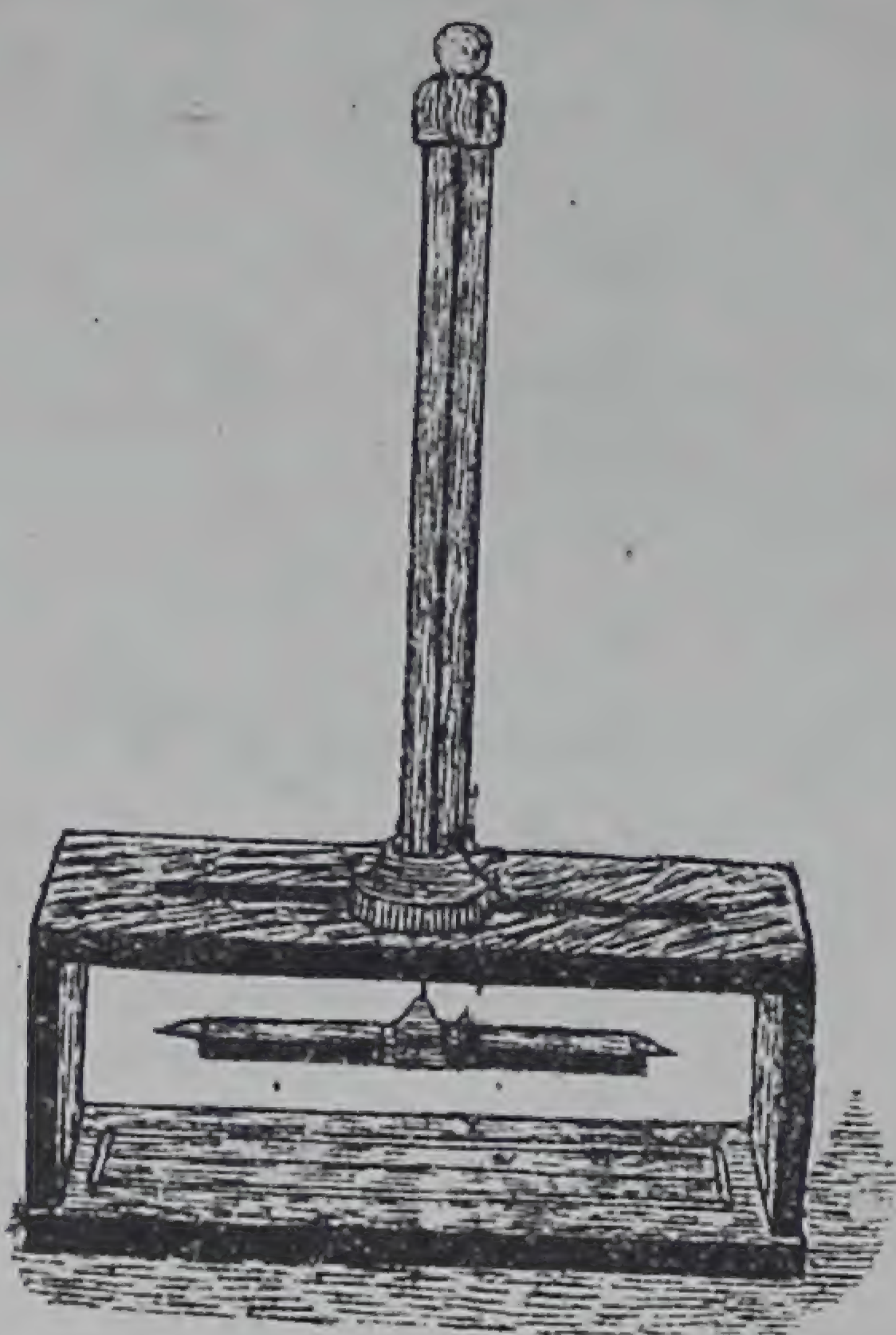
کریگا۔ جب پیتل کی سلاخ کچھ دیر تک وضع سکون اختیار کرتی تو اس کو رکاب سے نکال کر ریشہ میں مکرر بل نہ آنے دیا جائے اور مقناطیس رکاب میں رکھدیا جائے۔ پھر اس کو شیشہ کے پہلو والے صندوقچہ میں داخل کیا جائے تاکہ اہتزاز گنے جا سکیں اور ساتھ ہی ہوائی روؤں کا اس پر اثر پڑنے نہ پائے۔ شکل (۲۳)۔

مقناطیس کو صرف چھوٹے زاویوں میں اہتزاز کرنے دینا چاہیے ۵۰ کامل اہتزازوں کا وقت مشاہدہ کرکے وقت دوران کی تعیین کی جائے۔ پھر مقناطیس کو تول کر کمیت معلوم کی جائے اور اس کے طول و عرض کی پیمائش کرکے جمود کا معیار اثر (مج) شمار کیا جائے۔

ضابطہ ذیل سے (م ف) کی قیمت اخذ کی جائے:

$$م ف = \frac{۴ \pi^۲}{د^۲}$$

(ب)۔ تجربۂ انحراف۔

اب اسی مقناطیس کے اثر سے مقناطیسیت پیما کی سوئی کا انحراف مشاہدہ کیا جائےگا " مقناطیس کو سیدھی وضع میں اس کے محور کو (مقناطیسی) مشرق و مغرب کی سمت میں مقناطیسیت پیما

شکل (۲۳)
اہتزازی مقناطیسیت پیما

کے مرکز کی طرف رخ کرکے رکھتے ہیں ۔
فرض کرو ۲ ل = مقناطیس کے قطبین کا درمیانی فاصلہ
ط = مقناطیس اور مقناطیسیت پیما کی سوئی کا درمیانی فاصلہ

مقناطیس کی قوت نقطہ (ن) کے پاس مثبت اکائی قطب پر سَن کی سمت میں (ح) ہے ۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۸) جیسا کہ صفحہ (۳۶) پر ثابت ہوا ہے:

$$\text{ح} = \frac{\text{۲ م ط}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}}$$

مقناطیسیت پیما کی سوئی دو علی القوائم میدانوں (ح) اور (ف) کے زیر اثر وضع سکون اختیار کرتی ہے جسمیں مقناطیسی نصف النہار کے ساتھ اس کے محور کا زاویہ ز ہوتا ہے ۔

$$\text{اور} \quad \frac{\text{ح}}{\text{ف}} = \text{مس} \angle \text{ز}$$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{۲م}}{\text{ف}} \times \frac{\text{ط}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}} = \text{مس} \angle \text{ز}$$

$$\text{یا} \quad \frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}}{\text{۲ط}}$$

تجربہ (۲۱) ۔ $\frac{\text{م}}{\text{ف}}$ کی تعین ۔

مقناطیسیت پیما کو ترتیب دے کر رکھو اور مقناطیس کو "سیدھی" وضع میں تجربہ (۱۲) کی طرح رکھو ۔ ط ل اور

ذ کی قیمتیں دریافت کرکے $\frac{م}{ف}$ کی قیمت شمار کرو -

واضح ہو کہ ۲ ل مقناطیس کے قطبیں کا درمیانی فاصلہ ہے - اور ۲ ا اس کے سروں کا درمیانی فاصلہ - قطبین چونکہ ٹھیک سروں پر نہیں واقع ہوتے ہیں یہ دونوں فاصلے مساوی نہیں ہیں - تقریبی طریقہ پر فرض کرلیا جاسکتا ہے کہ سلاخی مقناطیس کے قطبین کا فاصلہ سروں کے فاصلہ کا $\frac{۵}{۶}$ ہے -

چونکہ (م ف) اور $(\frac{م}{ف})$ دونوں معلوم ہوچکے ہیں اگر بالفرض (م ف) کو ۲ا اور $(\frac{م}{ف})$ کو ب، قرار دیا جائے تو

$$م^2 = ۲ا ب، \quad یا \quad م = \sqrt{۲ا ب،}$$

$$اور \quad ف^2 = \frac{۲ا}{ب،} \quad یا \quad ف = \sqrt{\frac{۲ا}{ب،}}$$

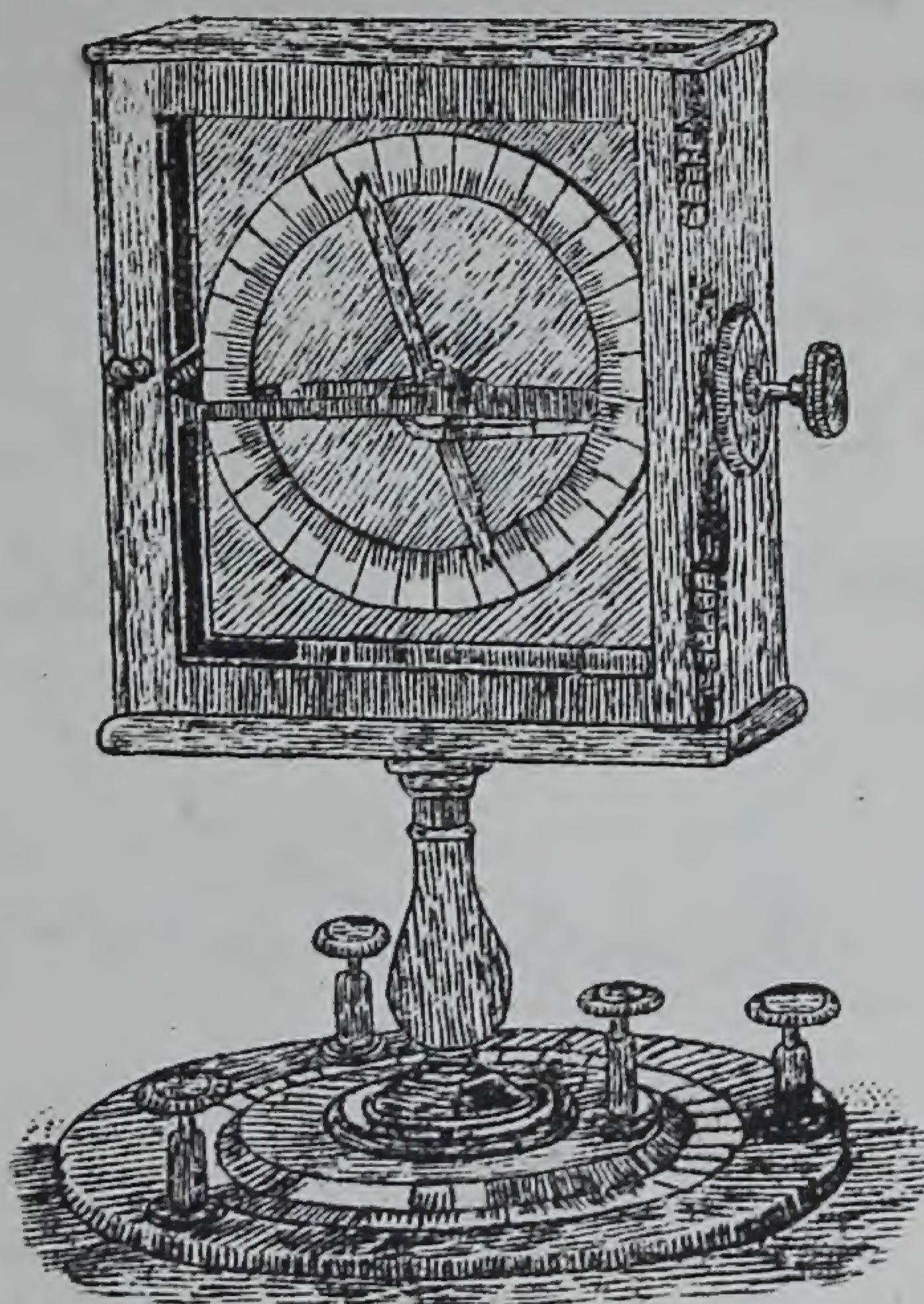
پس ان مساواتوں سے (م) اور (ف) شمار کرلئے جائیں -

فصل (۳) - مقناطیسی زاویہ میلان کی تعیین

میلان کا دائرہ

میلان کا دائرہ - ایک انتصابی وضع کا دائرہ ہے جس پر درجوں کے نشان کئے ہوئے ہوتے ہیں - اس کے

مرکز پر ایک لمبی مقناطیسی سوئی کی دہری ہوتی ہے۔ دہری افقی وضع میں مناسب سہاروں پر رکھی جاتی ہے اور عین سوئی کے مرکز میں سے اس کے مقناطیسی محور کے علی القوائم گزرتی ہے، جس سے سوئی انتصابی وضع میں گھوم سکتی ہے اور اس کے سرے دائری پیمانہ کے درجوں پر سے گزرتے ہیں۔

پیمانہ اور سوئی شیشہ کے پہلوؤں کے صندوقچہ میں محفوظ رکھے جاتے ہیں تاکہ ہوا کی روؤں کا سوئی پر اثر نہ پڑے پورا صندوقچہ ایک انتصابی محور کے گرد پھر سکتا ہے۔ صندوقچہ کی وضع معلوم کرنے کے لئے آلہ کے قاعدہ پر ایک افقی دائری پیمانہ نصب کیا ہوا ہوتا ہے۔ اس پر صندوقچہ کی وضع پڑھ لی جاتی ہے

شکل (۲۴)
میلان کا دائرہ

استعمال سے پہلے آلہ کے پیچوں کو پھیر کر اُس کے مرکزی محور کو ٹھیک انتصابی وضع میں ترتیب دیتے ہیں۔ پھر صندوقچہ کو پھیرتے ہیں تاکہ سوئی انتصابی وضع اختیار کرلے۔ اب سوئی کے گھومنے کا مستوی مقناطیسی نصف النہار پر ٹھیک علی القوائم واقع ہے اس کو مقناطیسی نصف النہار میں لانے کے لئے صندوقچہ کو اُس کے انتصابی محور پر بقدر ۹۰° پھیرتے ہیں۔ آلہ کے قاعدہ پر جو دائری پیمانہ نصب ہے اس کو معائنہ کرکے صندوقچہ اس صحیح وضع میں لایا جاسکتا ہے۔ اب سوئی مقناطیسی نصف النہار میں بالکل آزادانہ حرکت کرسکتی ہے۔ اور اگر آلہ کی بناوٹ میں کوئی نقص نہ ہو تو سوئی زمین کے مقناطیسی خطوط قوت کی متابعت سے وضع سکون اختیار کریگی۔ پس اس کے مقناطیسی محور اور افقی مستوی میں جو زاویہ ہوگا وہ مقناطیسی میلان کا زاویہ ہوگا۔

تجربہ (۲۲)۔ زاویہ میلان کی

تعیین۔ میلان کے دائرہ کی سطح ٹھیک کرلو۔ صندوقچہ کو پھیر کر سوئی کو انتصابی وضع میں لاؤ اور افقی دائرہ پر نشان پڑھ لو۔ پھر صندوقچہ کو دوبارہ پھیرو یہاں تک کہ افقی دائرہ پر جو نشان قبل ازیں دیکھا تھا اس میں ۹۰ درجہ کا اضافہ (یا اسی قدر تخفیف) ہو۔ اب سوئی کا محور افقی مستوی سے مائل ہوگا۔

سوئی کی بناوٹ اور درجہ دار انتصابی دائرہ کی ترتیب وغیرہ میں چونکہ خفیف نقائص ممکن ہیں اس لئے صرف ایک مشاہدہ پر بھروسہ کرکے زاویہ میلان صحت کے ساتھ

دریافت نہیں کیا جاسکتا - مندرجہ ذیل مشاہدوں کی ضرورت ہوتی ہے :-

(۱) - انتصابی دائرہ کو مقناطیسی نصف النہار میں ترتیب دینے کے بعد سوئی کے دونوں سروں کے نشان دیکھ لو - اس سے دو اور مزید نشان ملینگے -

(۲) - سالم صندوقچہ کو اس کے انتصابی محور کے گرد بقدر ۱۸۰° پھیرد اور مکرر سوئی کے دونوں سروں کے نشان دیکھ لو - اس سے دو اور مزید نشان ملینگے -

(۳) - سوئی کو منشوری سہاروں پر سے اٹھالو اور دھری کے سروں کو پھیر کر مکرر سہاروں پر رکھ دو - اب سوئی کے پہلوؤں کے رخ باہم بدل جاینگے - اس وضع میں (۱) اور (۲) مشاہدوں کو پھر سے دوہراؤ - یعنے سوئی کے دونوں سروں کے نشان پڑھو اور پورے صندوقچہ کو دوبارہ بقدر ۱۸۰° انتصابی محور پر پھیر کر سوئی کے سروں کے مکرر نشان دیکھ لو - اس طرح مزید چار نشان حاصل ہونگے -

(۴) - سوئی کو نکال لو اور اس کو پیشتر کے مخالف وضع میں مقناؤ یعنے جو سرا پہلے شمال نما تھا اس کو جنوب نما بناؤ اور جنوب نما سرے کو شمال نما اور پھر تینوں مشاہدے دوہرالو -

اس سے مزید آٹھ نشان حاصل ہونگے گویا جملہ سولہ نشان ملینگے ۔

ان سولہ نشانوں کا اوسط مقام تجربہ کا مقناطیسی میلان ہے ۔

اس تجربہ کا نظریہ اور اس سلسلۂ مشاہدات سے

جن خطاؤں کی تصحیح ہوتی ہے ان پر تفصیلی بحث اگر دیکھنا مقصود ہو تو طالب علم کو چاہیئے طبیعیات کے نظریہ کی کوئی کتاب ملاحظہ کرے۔

آلہ کے استعمال کے متعلق ہدایات۔

سوئی کو ہاتھ نہ لگانا چاہیئے اور اس کو کسی ایسی جگہ نہ لیجانا چاہیئے جہاں اس پر آبی بخارات کی تکثیف ہو۔ جب کبھی اس کو اٹھانے یا رکھنے کی ضرورت ہو چمٹی کے ذریعہ پکڑنا چاہیئے۔

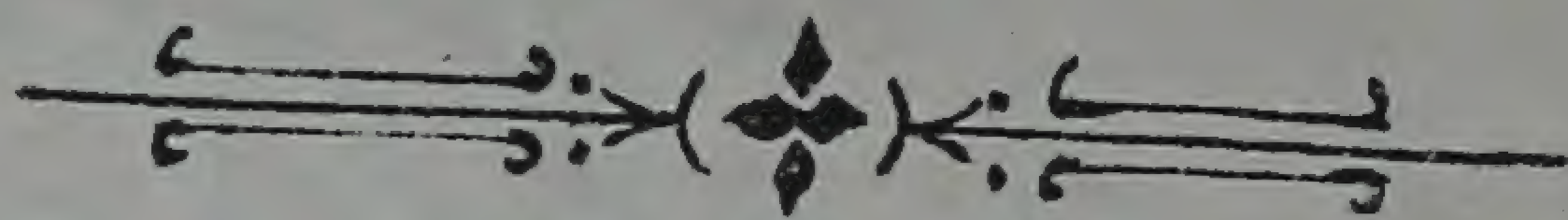
منشوری سہاروں پر اس کو رکھتے وقت آہستہ رکھنا چاہیئے۔ کیونکہ دہری کی شیشہ کے سے سخت فولاد کی ہوتی ہے اس لئے بہت نازک ہوتی ہے۔ منشوری سہارے بھی چونکہ اگیٹ کے بنے ہوتے ہیں بہت نازک ہوتے ہیں۔ اگر آلہ (ترازو کی طرح) سوئی کو اگیٹ سہاروں پر سے اٹھا لینے کی چمٹی سے مہیا ہو تو صندوقچہ میں سے نکال لینے سے پہلے دہری کو اس کے ذریعہ اگیٹ کے سہاروں پر سے اٹھا لینا چاہیئے۔ اسی طرح سہاروں پر رکھنے سے پہلے بھی دہری کو اس چمٹی پر رکھ دینا چاہیئے۔

اس کی بھی احتیاط رہے کہ سوئی کو صندوقچہ میں رکھتے وقت اس کا مناسب سرا (شمالی نصف کرہ میں شمالی سرا) جھکا رہے ورنہ سوئی کئی بار گھوم کر سہاروں پر سے گر جانے کا اندیشہ ہے۔

سوئی کو جب مخالف سمت میں مقنانا ہوتا ہے تو اس کو سلاخی مقناطیس سے گھسنا نہیں چاہیئے۔ اگر سلاخی مقناطیسوں کے ذریعہ مقنانا ہو تو سوئی کو ایک

مناسب نالدار لکڑی کے ٹکڑے میں لٹا کر لکڑی کی سطح پر سے مقناطیسوں کو صحیح سمتوں میں پھیرنا چاہئے۔ اس سے بہتر طریقہ یہ ہے کہ سوئی کو پیچوان کے اندر رکھ کر پیچوان کے تار پر سے مناسب سمت میں برقی رَو چلائی جائے۔ دو تین بار رَو کو چلانے اور بند کرنے سے سوئی کی مقناطیسیت معکوس کردی جاسکتی ہے۔ چونکہ رَو کے اثر سے سوئی پر معتدبہ قوت عمل کریگی اس کو چمٹی سے مضبوط پکڑے رہنا چاہئے ورنہ وہ چمٹی میں سے نکل کر گر جانے کا اندیشہ ہے۔

مقناطیسی میلان کا دائرہ ایک بہت نازک آلہ ہے۔ اس کی ایسی ہی حفاظت کی جانی چاہئے جیسے کہ کسی صحیح اور حساس ترازو کی کیجاتی ہے۔

مقناطیس پر مزید مشقیں

(۱)۔ ایک دائری شکل کی فولادی تختی کے مقناطیسی محور کی تعیین کرو جو ایک قطر کی سمت میں مقنائی گئی ہو۔
(۲)۔ کمپاس سوئی کے ذریعہ تجربہ خانہ کی مقناطیسی پیمائش کرو اور دیکھو لوہے کی نلیوں ستونوں وغیرہ کے پاس کہاں کہاں شمالی یا جنوبی مقناطیسیت پائی جاتی ہے
(۳)۔ ایک لمبے سلاخی مقناطیس کے قطب کے گرد خطوط قوت کھینچو۔ یہی عمل قطب کے کسی قدر قریب نرم لوہے کا ایک ٹکڑا رکھ کر دوہراؤ۔
(۴)۔ دو مقیم مقناطیسوں کے مخالف (یا غیر مشابہ) قطبوں کے بیچ میں خطوط قوت کھینچو۔ پھر ان کے درمیان نرم لوہے کا ایک ٹکڑا رکھ کر خطوط قوت کی تعیین کرو۔
(۵)۔ دئیے ہوئے مقناطیس کو اس طرح ترتیب دو کہ ایک مقررہ مقام پر اس کی مقناطیسیت کا میدان زمین کے افقی مقناطیسی میدان کو ٹھیک کالعدم کردے۔
(۶)۔ دو لمبے سلاخی مقناطیسوں کو مقناطیسی نصف النہار میں اس طرح رکھو کہ ان کے شمالی قطبوں کے رُخ

مخالف سمتوں میں ہوں اور ان کے بیچ میں ۱۶ سم فاصلہ ہو۔ ان کے بیچ میں تعدیلی نقطہ کا محل دریافت کرو۔ اور اس کے ذریعہ زمین کے مقناطیسی میدان کو نا قابل لحاظ تصور کرکے مقناطیسوں کے قطبوں کی قیمتوں کا مقابلہ کرو۔

(۷)۔ دیئے ہوئے سلاخی مقناطیس کے شمالی قطب کو شمال کی طرف پھیر کر رکھو اور مقناطیس کے قریب کے تعدیلی نقطے دریافت کرو۔ احتیاط سے مقناطیس کو پلٹا کر (یعنے قطبین کے رخ بدل کر) رکھو اور اہتزازی سوئی کے ذریعہ بتاؤ کہ ان نقطوں کے پاس اب مقناطیسی میدان اکیلے زمین کے میدان کی بہ نسبت دو چند ہے۔

(۸)۔ دی ہوئی دو سلاخوں کو ایک ساتھ ایک پیچوان کے اندر رکھو اور پیچوان پر سے برقی رو دوڑا کر سلاخوں کو مقناؤ۔ پھر ان کے مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ کرو۔ اس کے بعد سلاخوں کو سرخ حرارت پہنچاؤ اور پھر ٹھنڈے پانی میں غوطہ دو اور پھر پیچوان کے اندر رکھ کر مقنانے کے بعد ان کے مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ کرو۔

(۹)۔ ایک ترسیم کھینچکر بتاؤ دیئے ہوئے برقی مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر لچھے پر سے گزرنے والی برقی رو کی مناسبت سے کس طرح بدلتا ہے۔

(۱۰)۔ ماسی مقناطیسیت پیما کے ساتھ تجربہ کرو اور منحنی کھینچکر بتاؤ سلاخی مقناطیس کے محور پر مقناطیسی میدان کی حدت فاصلہ کی مناسبت سے کس طرح بدلتی ہے۔

(ف) کی قیمت ۰٫۳۷ س۔گ۔ث کی اکائی مان کر مقناطیس کا معیار اثر دریافت کرو۔

(۱۱)۔ اہتزازی سوئی کے ساتھ تجربہ کرکے دریافت کرو سلاخی مقناطیس کے محور پر مقناطیسی میدان کی حدت فاصلہ کے لحاظ سے کس طرح بدلتی ہے۔ اور مقناطیس کا معیار اثر دریافت کرو اگر (ف) = ۰٫۳۷ س۔گ۔ث اکائی۔

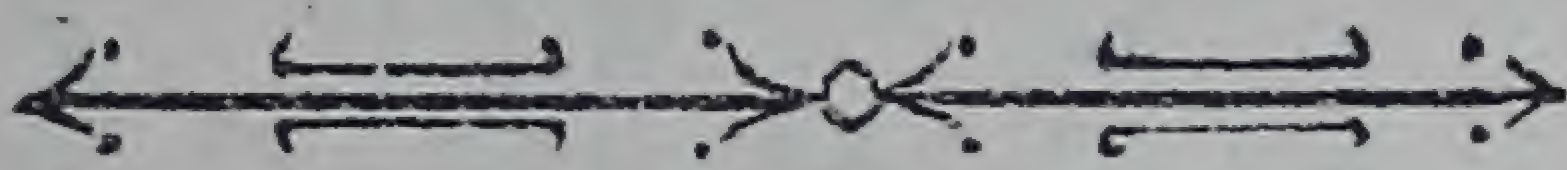
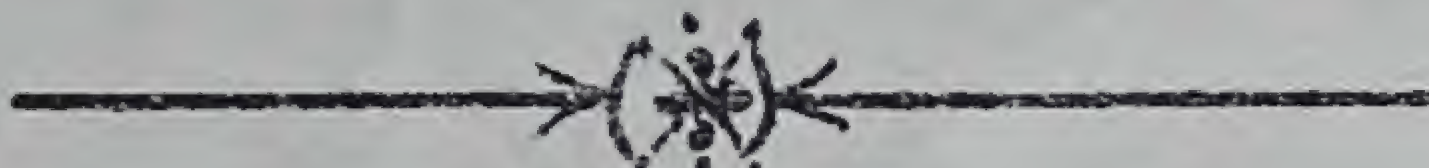
(۱۲) دیئے ہوئے دو سلاخی مقناطیسوں کے معیار اثروں کی نسبت معلوم کرو بغیر کسی تیسرے مقناطیس کی مدد کے۔

(۱۳) تجربہ خانہ کے مقررہ دو (نشان کئے ہوئے) مقاموں پر مقناطیسی میدان کے افقی جزؤں کا مقابلہ کرو۔ دونوں مقاموں پر ایک ہی مقناطیسیت پیما اور ایک ہی مقناطیس استعمال کرو۔

(۱۴)۔ دیئے ہوئے مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر دریافت کرو۔

(۱۵) ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کو تیل جنتر میں رکھ کر جنتر کی تپش میں تبدیلی پیدا کرو۔ اور انصرافی مقناطیسیت پیما کے ذریعہ ایک منحنی تیار کرو جس سے مقناطیس کے معیار اثر اور اس کے تپش میں تعلق ظاہر ہو۔ تعلق تپش چڑھتے وقت کا اور نیز اترتے وقت کا مطلوب ہے۔

برق

پہلا باب

برقی سکونی تجربے

ابتدائی امور

بعض چیزوں کو فلالین یا ریشم سے رگڑتے ہیں تو ان میں سبک یعنے کم وزن چیزوں کو کشش کرنے کی قابلیت پیدا ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں وہ برقائے ہوئے اجسام یا برقی بار رکھنے والے اجسام کہلاتے ہیں۔

ریشم سے شیشہ کی سلاخ کو رگڑنے سے جو برقی کیفیت پیدا ہوتی ہے آنبوسہ کو رگڑنے کی کیفیت سے جداگانہ ہوتی ہے۔ برق کی دو قسمیں تصور کی جاسکتی ہیں:۔ ایک مثبت یا شیشہ وغیرہ سے متعلق اور دوسری منفی یا لاکھ اور آنبوسہ وغیرہ سے متعلق۔ ایک ہی قسم کا برقی بار

رکھنے والی چیزیں ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں، اور مخالف برقی بار والی چیزیں ایک دوسرے کو جذب کرتی ہیں۔

اگر پیتل کی ایک سلاخ کو ہاتھ میں پکڑ کر فلالین سے رگڑیں تو سلاخ پر کوئی برقی بار نہیں محسوس ہوتا۔ لیکن اگر اسی سلاخ کو شیشہ کا دستہ لگا کر پکڑیں اور فلالین سے رگڑیں تو اس پر برق کا احساس ہوتا ہے۔ اس کی یوں توجیہ ہو سکتی ہے کہ پیتل رگڑنے سے برقایا تو جاتا ہے مگر موصل برق بھی ہے اس لئے اس کا برقی بار انسان کے جسم میں سے ہو کر زمین میں چلا جاتا ہے۔ شیشہ کی سلاخ اگر خشک ہو تو موصل برق نہیں ہوتی اس لئے برقی بار اس پر رک جاتا ہے۔ جن چیزوں پر برقی بار ٹھہر نہیں سکتا **موصل برق** کہلاتی ہیں۔ جن پر بار ٹھہر سکتا ہے **غیر موصل** یا حاجز کہلاتی ہیں۔ واضح ہو کہ یہ خصوصیات محض اضافی ہیں اور موصل اور غیر موصل چیزوں کے بھی مدارج ہیں۔ علی العموم فلزات اچھے موصل ہیں اور شیشہ اور آبنوسہ اچھے حاجز۔

تمام برقی سکونی تجربوں میں یہ نہایت ضروری ہے کہ حاجز چیزوں کی سطح بالکل خشک رہے۔ ذرا بھی رطوبت یا نمی ان پر (پتلی جھلی کی شکل میں) جمع ہو تو حجز میں کثیر تخفیف ہو جاتی ہے۔ ٹین کے پترے کا دوہرے پیندے کا چھوٹا تنور اگر بنا لیا جائے اور اس میں آلات تجربہ رکھ کر تنور کو "گلابی" مشعل سے گرم کیا جائے تو ان پر رطوبت جمنے نہیں پاتی۔

فصل (۲)۔ طلائی ورق کے برق نما کیساتھ تجربے

سکونی برقی تجربوں کے لئے طلائی ورق کا برق نما ایک موزوں آلہ ہے۔ اس کی سادہ شکل یہ ہے کہ شیشہ کا ایک ظرف حاجز ڈاٹ سے بند کردیا جاتا ہے اور ڈاٹ میں سے پیتل کی ایک پتلی سلاخ گزرتی ہے۔ سلاخ کے اوپر والے سرے پر پیتل کا ایک کرہ یا قرص لگا ہوا ہوتا ہے۔ اور نیچے کے سرے سے دو سنہری ورق جوڑ دیئے جاتے ہیں جب ان ورقوں پر برقی بار جمع ہوتا ہے تو وہ ایک دوسرے سے ہٹ جاتے ہیں اور ان میں انفراج پیدا ہوتا ہے۔ اگر حاجز کامل ہو تو بار گھٹنے نہ پائیگا اور ان ورقوں کا زاویہ میلان بھی مستقل رہیگا۔

جدید وضع کے برق نما میں بجائے دو کے صرف ایک ہی سنہری ورق استعمال ہوتا ہے جو پیتل یا الومینم کے ایک سخت پتھرے سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ (ملاحظہ ہو شکل ۲۶)۔ اس کے انصراف کی پیمائش کے لئے آئینہ پر ایک پیمانہ لگاکر اس کے پیچھے رکھدیا جاتا ہے تاکہ اختلاف منظر کی خطا نہ ہو۔ یا خردہ پیما خرد بین کے ذریعہ انصراف ناپ لیا جاتا ہے۔

تجربہ (۲۳)۔ سکونی برقی کلیوں کی توضیح

(۱) برق نما کے قرص کو انگلی سے چھوؤ تاکہ اس پر اگر کوئی برقی بار ہو تو نکل جائے۔ آبنوس کی ایک سلاخ کو رگڑکر مقناؤ اور قرص کے قریب لیجاؤ اوراق منفرج ہونگے۔ (شکل ۲۵ ملاحظہ ہو)۔ آبنوس پہ جو برقی بار ہے امالی اثر سے برق نما کے قرص پر مخالف علامت کا بار کھینچ لیتا ہے اور طلائی اوراق پر مشابہ علامت کا بار مسترد

کرتا ہے۔

یہی تجربہ شیشہ کی سلاخ کے ساتھ کرو۔

(۲) یہ بتانے کے لئے کہ برقی بار کی دو قسمیں ہیں، اس سے پہلے کئے تجربہ کی طرح برق نما کے پاس برقائی ہوئی ایک آبنوسی سلاخ لیجاؤ، پھر ایک برقائی ہوئی شیشہ کی سلاخ لیجاؤ۔ آبنوسہ پر کے بار سے اوراق پر جو اثر محسوس ہوگا شیشہ پر کے بار سے اس میں تخفیف محسوس ہوگی۔ سلاخوں کو مناسب فاصلوں پر رکھنے سے ایک اثر دوسرے کو بالکلیہ منسوخ کر دے سکتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (ب)

[انوٹ۔ شیشہ کی سلاخ کو خشک کرنے کے لئے جب شعلہ میں پکڑتے ہیں تو بعض اوقات رگڑنے کے بعد اس پر منفی بار ظاہر ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں آبنوسہ سے طلائی اوراق کا جو انفراج پیدا ہوا تھا بڑھ جائیگا۔]

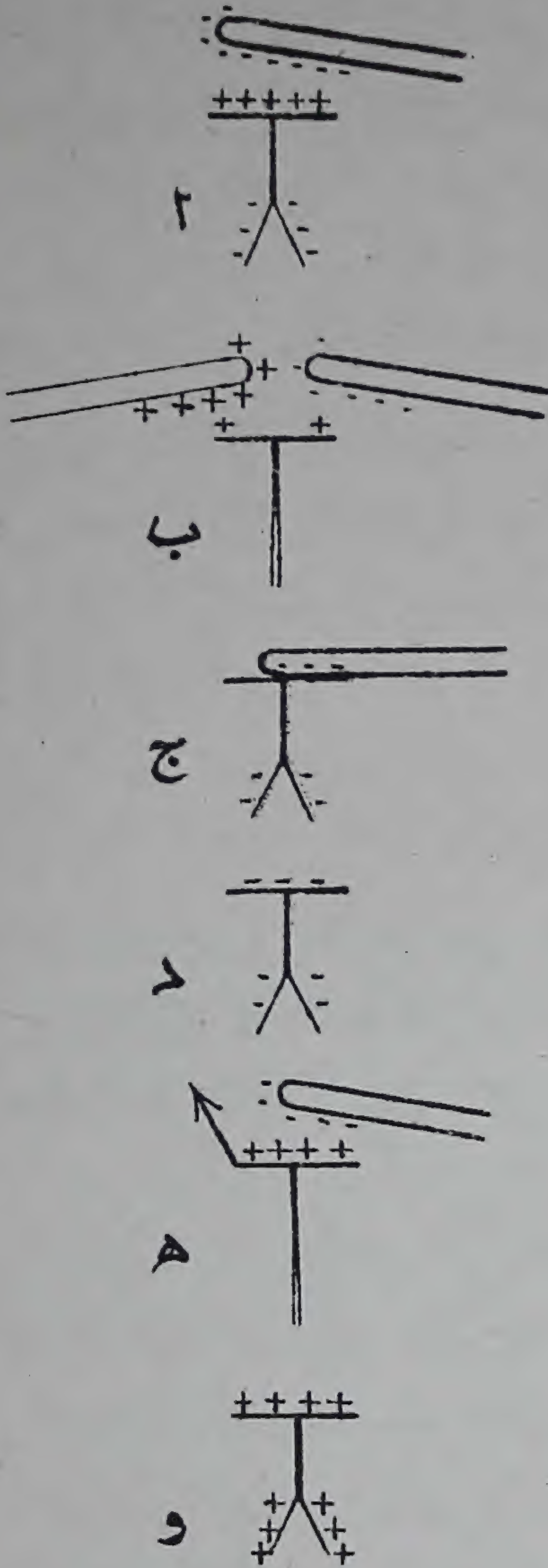
(۳) برق نما کو ایصال کے ذریعہ برقا سکتے ہیں۔ برقائی ہوئی سلاخ کو برق نما کے قرص سے (اچھی طرح) چھو کر اس کا کچھ بار قرص پر منتقل کر سکتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (ج) سلاخ کو ہٹا لینے کے بعد بھی طلائی اوراق ایک دوسرے سے ہٹے ہوئے رہینگے۔ دیکھو شکل (د)

(۴) برق نما کو امالی طریقے سے برقانے کے لئے برقائی ہوئی سلاخ کو قرص کے نزدیک لیجاؤ، لیکن اسے چھونے نہ دو۔ پھر قرص کو ذرا سی دیر کے لئے انگلی سے چھوؤ۔ شکل (ھ)۔ اس کے بعد انگلی اٹھالو اور پھر سلاخ کو دور ہٹا لو۔ شکل (و) اب برق نما پہ سلاخ کے بار کے مخالف علامت کا بار پایا جائیگا۔ کیونکہ جب انگلی قرص کو چھوتی ہے تو سلاخ کے بار

کے مشابہ بار، چھونے والے کے جسم میں سے ہوکر زمین میں دفع ہو جاتا ہے۔

(۵)۔ برقی بار کی علامت کے امتحان کے لئے برق نما کو امالی طریقہ پر سابقہ تجربہ کی طرح، آبنوسہ کی سلاخ کے ذریعہ، برقاؤ۔ پھر برق نما کے قرص کے قریب ایک (مثبت بار والی) شیشہ کی سلاخ لیجاؤ۔ دیکھو اوراق کا انفراج بڑھ جاتا ہے۔

بعد ازاں آبنوسہ کی سلاخ قریب لیجاؤ۔ اب انفراج گھٹ جائیگا۔ اور جوں جوں

ا ب ج د ھ و

شکل (۲۵)
طلائی اوراق کے برق نما کے ساتھ تجربے

سلاخ قرص سے نزدیک ہوتی جائیگی گھٹاؤ میں ترقی ہوتی جائیگی۔

اگر سلاخ کو قرص کے بہت ہی قریب پہنچادیں تو ممکن ہے اوراق پہلے بالکل مل جائیں اور پھر کھل جائیں۔ طالب علم اس مکرر انفراج کی توجیہ آپ خود کرسکتے ہیں۔

اب ایک بڑی جسامت والی چیز حاجز دستہ کے سہارے پکڑ کر برق نما کے قریب لائی جائے۔ دیکھو اوراق کے انفراج میں کسیقدر کمی محسوس ہوتی ہے۔ اسی طرح اگر کوئی ایسی چیز اس کے قریب لائی جائے جو زمین سے موصل ہے (مثلاً خود تجربہ کرنے والے کا ہاتھ) تو اس صورت میں بھی انفراج گھٹ جاتا ہے

واضح ہو کہ دونوں صورتوں میں برق نما کے پاس لیجانے سے پہلے ان چیزوں پر کچھ برقی بار نہ تھا۔

پس اس تجربہ سے ظاہر ہے کہ اگرچہ مزید انفراج نزدیک آنے والے جسم پر برق نمائے مشابہ بار کا ثبوت دیتا ہے، یقین کے ساتھ نہیں کہا جاسکتا کہ انفراج کی تخفیف جسم پر مخالف علامت کے بار کی دلیل ہے۔

کسی بھی قسم کے بار کے امتحان کے لئے ضرور ہے کہ دو برق نما مخالف باروں سے برقائے جائیں۔ جس چیز کے بار کا امتحان کرنا ہو اس کو باری باری سے ان کے نزدیک لیجائیں۔ مثبت بار والے برق نما کے پاس مثبت بار کی چیز زیادہ انفراج پیدا کریگی، اور منفی بار والے برق نما کے پاس کم انفراج۔

اسی طرح منفی بار والی چیز جب منفی برق والے برق نما کے پاس لائی جائیگی تو اس کے اوراق کا انفراج زیادہ ہوجائیگا اور مثبت برق والے برق نما کا انفراج کم۔ اگر اس چیز پر کوئی برقی بار نہ ہو یا وہ زمین سے موصل ہو تو دونوں برق نماؤں کے پاس انفراج میں کمی پیدا ہوگی۔

فصل (۳)۔ سادہ سکونی برقی آلات

برق بردار

برق بردار کے نام سے جو آلہ مشہور ہے آبنوسہ یا ربڑن کی ایک مدور تختی ہے جس کے پیندے کو فلزی پتر کا تلا سہارا ہوتا ہے۔ آبنوسہ کی تختی پر ایک فلزی قرص رکھا جاسکتا ہے جو ایک حاجز دستہ سے مہیا ہوتا ہے۔

فلزی قرص کو آبنوسہ کی تختی پر سے ہٹا کر تختی کو بلی کے پوستین سے گھس کر یا جھٹک کر منفی برقی بار دیا جاتا ہے اس کے بعد فلزی تختی اس کے حاجز دستہ سے پکڑ کر برقائی ہوئی سطح پر رکھی جاتی ہے۔ حقیقی تماس صرف چند نقطوں پر ہوتا ہے (اور چونکہ تختی غیر موصل ہے) آبنوسہ کے باقی حصوں پر کا منفی بار امالی اثر سے فلزی قرص کی نیچے والی سطح پر مثبت بار پیدا کرتا ہے، اور قرص کی اوپر والی سطح پر منفی بار۔ قرص کو ہاتھ سے چھو لینے سے یہ منفی بار جسم میں سے ہوکر زمین میں چلا جاتا ہے اور مثبت بار آبنوسہ کی سطح پر کے منفی بار کی کشش سے اس کے ساتھ "وابستہ" رہتا ہے۔ قرص کو آبنوسہ کی تختی پر سے اٹھالیں تو اس پر

کا مثبت برقی بار اس کی پوری سطح پر پھیل جاتا ہے اور اگر دوسرے موصلوں سے اس کو تماس کرایا جائے تو اس بار کی آپس میں تقسیم ہو سکتی ہے۔ قرص کو زمین سے ملے ہوئے کسی موصل سے تماس کرا کر بار خالی کرا دینے کے بعد پھر آبنوسی تختی پر رکھ کر یہی عمل دوہرا سکتے اور برقا سکتے ہیں۔ ان کارروائیوں سے آبنوسہ پر کا منفی بار گھٹتے نہیں پاتا (بشرطیکہ حجز کامل ہو)۔ دوسرے آلاتی برقی مشینوں مثلاً فوس اور وِمزہرسٹ کی مشینوں کا عمل بھی اسی اصول پر مبنی ہے۔

تجربہ (۴۴)۔ برق بردار۔ برق بردار

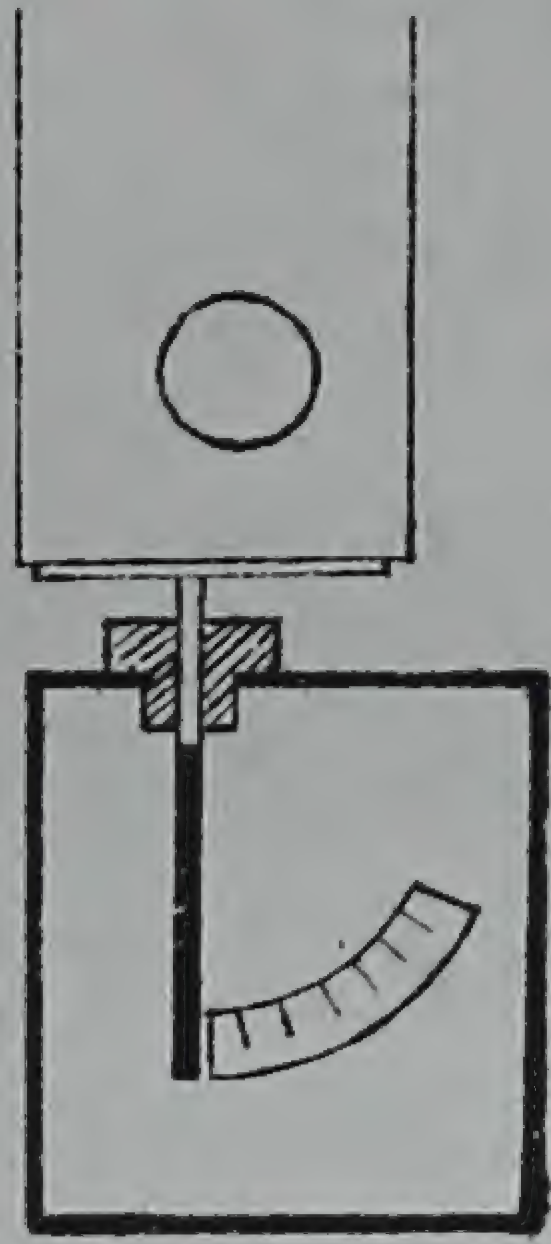
کو برقا کر اس کے قرص پر بار فراہم کر لو۔ بار کی نوعیت پہچاننے کے لئے قبل ازیں جو طریقہ بتایا گیا ہے اس سے کام لیا جائے یہ بھی دیکھ لیا جائے کہ فلزی قرص کے قریب زمین سے ملا ہوا کوئی موصل (مثلاً خود تجربہ کرنے والے کی انگلی) لیجانے سے شرارے نکل سکتے ہیں۔

فاراڈے کا برف کے برتن کا تجربہ

ان تجربوں کے لئے ایک فلزی ظرف چاہئے۔ برافین یا آبنوسہ کے کندے پر رکھ کر اس کو محجوز کیا جا سکتا ہے اگر برق نما کے سرے پر ایک کافی چوڑی تختی اوراق کے ساتھ موصل ہو تو اس ظرف کو اس پر رکھ دینے میں زیادہ سہولت ہوگی۔ اگر ظرف برافین یا آبنوسہ کے کندے پر رکھا جاتا ہے تو اس کو تانبے کے ایک مناسب تار کے ذریعہ برق نما

کے قرص سے ملا سکتے ہیں۔

تجربہ (۲۵)۔ فاراڈے کا برف کا برتن۔ ریشمی ڈورے سے پیتل کا ایک چھوٹا کرہ لٹکاؤ (یا اگر آبنوس کی ڈنڈی لگا ہوا پیتل کا کرہ مل سکے تو اسی سے کام لیا جائے)۔کرے کو برق بردار یا ومزہرسٹ والی مشین کے ذریعہ برقالو۔

کرے کو "برف کے برتن" کے اندر (ریشمی ڈورے یا آبنوس کی ڈنڈی کو پکڑ کر) اُتارو اور طلائی ورق کا انفراج ملاحظہ کرو۔ اگر برقایا ہوا کرہ ظرف کے اندر اتر آیا ہو تو اس کا مقام ظرف میں کہیں بھی ہو انفراج ایک ہی رہتا ہے۔ اس میں کمی زیادتی ہونے نہیں پاتی۔ حتیٰ کہ اگر وہ برتن کو چھو بھی لے تو انفراج میں **تغیر نہیں** ہوتا۔ یہ مشاہدہ اس قیاس کے مطابق ہے کہ ظرف کے اندر ایک معیّن مقدار برق داخل کی گئی ہے اور برق نما پر جو اثر محسوس ہوتا ہے محض ظرف کے اندر کی **مقدار** کے تابع ہے۔

شکل (۲۶)
فاراڈے کا برف کا برتن

ہم اس فاراڈے والے برتن کے ذریعہ سے یہ دریافت

کر سکتے ہیں آیا دو جسم مساوی برقی بار رکھتے ہیں، اور پھر ان کے باروں کو جمع کر کے (ان کو ایک کھوکھلے موصل کے اندر رکھ کر) پیشتر کے بار کا دو چند بار تیار کر سکتے ہیں۔ اسی طرح موصل کو ایک مقررہ بار کا کئی گنا بار دے سکتے ہیں۔

تجربہ (۲۶) کسی موصل پر امالی اثر سے جو بار پیدا ہوتے ہیں باہمدیگر مساوی اور مخالف ہوتے ہیں اور اثر پیدا کرنے والے بار کے مساوی ہوتے ہیں، اگر وہ اس موصل سے بالکلیہ گھرا ہوا ہو۔ برقائے ہوئے کرے کو "برف کے برتن" کے اندر اس کے بازوؤں کو چھوئے بغیر داخل کرو، اور برق نما کے اوراق کا انفراج دیکھ لو۔ پھر برتن کو اسی حالت میں انگلی سے چھو لو۔ اوراق مل جائینگے۔ اب کرے کو برتن کے باہر (بار سمیت) نکال لو۔ حجز کامل اگر ہو تو اوراق کا انفراج پیشتر کے مساوی ہوگا۔ پس امالی اثر سے دونوں جو بار پیدا ہوے تھے ٹھیک باہمدیگر مساوی اور مخالف تھے۔ ان میں ایک خارج کر دیا گیا اور دوسرا برقائے ہوئے کرے کے نکل جانے کے بعد برق نما کے اوراق کے انفراج کا باعث ہوا۔ برتن کا بار چھو کر خالی کر دو۔ اور اس کے اندر کرے کو دوبارہ داخل کرو۔ اس مرتبہ اس کو برتن کے پیندے کو چھو لینے دو۔ پھر جب اس کو باہر نکالوگے تو معلوم ہوگا اس پر کچھ بھی بار نہیں ہے۔

اس کا بار برتن کو دیدیا گیا ہے۔ گرہ پینڈے کو چھونے کے بعد بھی اوراق کا وہی انفراج ہے جو چھونے سے پہلے تھا۔ اور کرّے کو نکال لینے کے بعد بھی اس میں کوئی تغیر نہیں پایا جاتا ہے۔

تجربہ (۲۷)۔ رگڑ سے جو برقی بار پیدا ہوتے ہیں مساوی المقدار اور باہمدیگر مخالف ہوتے ہیں - اس تجربہ میں رگڑنے والی اور رگڑے جانے والی چیز دونوں مجوز ہونی چاہئیں۔ دونوں چیزوں کو باہمدیگر رگڑو، رگڑتے وقت ان کے حاجز دستوں وغیرہ کے ذریعہ ان کو پکڑے رہو ایک ایک کو علحٰدہ علحٰدہ "برف کے برتن" میں داخل کرکے ان کا امتحان کرو۔ پھر دونوں کو ملاکر برتن میں داخل کرو۔ اگر ان کے بار ٹھیک مساوی اور مخالف ہیں تو دونوں کو ملاکر ظرف میں داخل کرنے سے برق نما کے اوراق کا ذرا بھی انفراج مشاہدہ نہیں ہوتا ہے لیکن علحٰدہ علحٰدہ ایک ایک کو داخل کرنے سے انفراج پایا جاتا ہے۔

چونکہ نقص حجز کی وجہ سے کچھ نہ کچھ بار خارج ہوجاتا ہے، اس لئے ضروری ہے کہ اس تجربہ کے سارے عمل جلدی سے ختم کردئے جائیں۔

ان سکونی برقی تجربوں کو اپنی مشقی بیاض میں لکھتے وقت طالب علم کو چاہئے کہ واقعات کو بیان کرکے ان سے جو نتائج ماخوذ ہوں ان کو بھی لکھ لے۔ شکلوں سے بیان کی توضیح ہونی چاہئے جن میں آلات کے مختلف حصّوں کی وضعیں وقتاً فوقتاً ان پر کے برقی باروں کی صراحت کے ساتھہ بتائی جانی چاہئیں۔

فصل (۴) - بار اور قوّہ

یہ یاد رکھنا چاہئے کہ برق نما کے اوراق کا انفراج بالالتزام برق نما پر کا پورا بار نہیں بتاتا ہے۔ در اصل اس سے ہمیشہ برق نما کے قوہ کا پتہ چلتا ہے، اور برقی بار کا صرف اُسی صورت میں اندازہ ہوسکتا ہے جبکہ اس کے پاس کوئی اور جسم نہ ہو۔

مثبت برق زیادہ قوہ کے مقاموں سے نکل کر کم قوّہ کے مقاموں پر جاتی ہے، اگر ان کو کسی موصل کے ذریعہ ملایا جائے۔

کسی جسم کے قوّہ کا امتحان کرنا ہو تو اس کو زمین سے ملا دیا جائے۔ اگر اس سے مثبت برق خارج ہو تو سمجھنا چاہئے اس کا قوّہ مثبت تھا، اور اگر اس میں مثبت برق داخل ہو (یا وہ منفی برق زمین کو دیدے) تو قوّہ منفی تھا۔ اگر اس کے برقی بار میں نہ کمی ہو نہ زیادتی تو قوّہ صفر تھا۔

تجربہ (۲۸) - طلائی اوراق کے برق نما کے انفراج سے اس کے قوہ کا اظہار

صورت (۱) ایک برقائی ہوئی شیشہ کی سلاخ برق نما کے پاس لیجائیے۔ برق نما پر امالی اثر سے دو مساوی اور مختلف برقی بار پیدا ہوتے ہیں۔ پس وہ بحیثیت مجموعی انبرقایا ہوا ہے، لیکن بریں ہم اس کے اوراق منفرج ہیں۔ اگر اس کو زمین سے ملا دیا جائے تو اُس سے

مثبت برق نکل کر زمین میں چلی جاتی ہے، اس لئے برق نما کا قوہ مثبت تھا۔ زمین سے ملانے سے پہلے اس کے اوراق منفرج تھے مگر وہ انبرقایا ہوا تھا۔ پس واضح ہے کہ اس صورت میں اوراق کا انفراج برق نما پر کا بار نہیں بتاتا ہے۔

صورت (۲)۔ پھر سے برق نما کے پاس برقائی ہوئی شیشہ کی سلاخ لیجاؤ۔ برق نما کو زمین سے ملانے کے بعد بھی شیشہ کی سلاخ کو اس کے قریب رکھو۔ اب برق نما پر منفی بار ہوگا۔ لیکن اوراق باہمدیگر بالکل ملے ہوئے ہیں۔ پس اس صورت میں اوراق کے انفراج سے برقی بار کا اظہار نہیں ہوتا۔ بار اگرچہ معتدبہ ہے انفراج کچھ بھی نہیں۔

صورت (۳)۔ برق نما کو مثبت برق سے برقاؤ اور اس کے پاس کی تمام چیزوں کو دور ہٹا دو۔ اوراق منفرج ہوتے ہیں اور ساتھ ہی برق نما پر مثبت بار ہے۔ پس صورت حال میں انفراج اوراق سے برقی بار کا اظہار ہوتا ہے۔

متذکرۂ بالا تین صورتوں میں قوؤں پر غور کرو۔

صورت (۱)۔ جیسا کہ قبل ازیں تفہیم ہوئی ہے برق نما کا قوہ مثبت تھا، لیکن (بحیثیت مجموعی) برقی بار صفر تھا۔ برق نما کے اوراق منفرج تھے۔

صورت (۲)۔ زمین سے موصل ہونے کی وجہ سے برق نما کا قوہ صفر تھا، اگرچہ اس پر برقی بار موجود تھا۔ اوراق منفرج نہ تھے۔

صورت (۳)۔ برق نما کا قوّہ مثبت ہے اور اُسپر مثبت برقی بار بھی ہے۔
چونکہ اوراق کا انفراج قوّہ کا ساتھ دیتا ہے اس لئے ظاہر ہے کہ برق نما کے اوراق کے انفراج سے اس کے قوّہ کا انکشاف ہوتا ہے۔ صرف انہی صورتوں میں انفراج اوراق سے برقی بار کا بھی انکشاف ہوتا ہے جبکہ برق نما دوسرے اجسام سے دور واقع ہوتا ہے۔ معہٰذا اس انفراج سے محض قوّہ کی مقدار کا پتہ چلتا ہے۔ یہ نہیں معلوم ہوتا کہ کسی خاص انفراج کی صورت میں قوّہ مثبت ہے یا منفی۔ اس کا امتحان دوسرے ذرائع سے ہوسکتا ہے۔ مثلاً
مثبت موصل کے قریب لانے سے برق نما کا قوّہ بلند تر ہوتا ہے۔ پس اگر اوراق اور زیادہ منفرج ہوں تو برق نما کا قوّہ مثبت ہے۔ اور اگر ان کا انفراج ذرا گھٹ جائے تو برق نما کا قوّہ منفی ہے۔ اِس دوسری صورت میں قوّہ بلند تر ہونے سے مراد اس کی منفی قیمت میں گھٹاؤ پیدا ہونا ہے۔

گنجایش

جب کسی مجوزہ موصل کو برقی بار دیا جاتا ہے تو اس سے موصل کے قوّہ میں جو تغیر پیدا ہوتا ہے اس کی جسامت اور شکل کے تابع ہوتا ہے۔ ایک ہی بار اگر زیادہ بڑے موصل

کو دیا جائے تو اس کا قوہ بہ نسبت چھوٹے موصل کے کم ہوگا۔ کسی موصل کی گنجائش سے مراد وہ برقی بار ہے جو اس موصل کے قوہ میں اکائی اضافہ پیدا کرے۔ جب ایک موصل کے قریب کوئی دوسرا موصل لایا جاتا ہے تو پہلے موصل کا قوہ گھٹ جاتا ہے (صفحہ ۷۷)۔ یہ اثر دوسرے موصل کی جسامت کے تابع ہے۔ اور اگر وہ زمین سے ملا ہوا ہے تو اثر عموماً بہت ہوتا ہے۔ گویا زمین جیسے بڑے ابعاد کے موصل کو دوسرے موصل کا ایک حصہ بنا دیا گیا۔ موصلوں کی اس ترتیب کو مکثفہ برق کہتے ہیں۔ مکثفہ کی تعریف موصلوں کا ایک نظام ہے جو اس طرح مرتب ہوتا ہے کہ ان کے ایک حصہ کی گنجائش دوسرے حصہ کے تقرب کی وجہ سے بڑھ جاتی ہے۔ مکثفہ کی گنجائش کا شمار اس برقی بار سے ہوتا ہے جو اس کے ایک حصہ کو دوسرے حصہ سے بقدر اکائی قوہ بڑھانے کے لئے درکار ہو۔

مکثف برق نما

مکثف برق نما ایک معمولی برق نما ہے جس کا قرص اوسط سے کسی قدر بڑا ہوتا ہے۔ اس کے مساوی وسعت کا ایک دوسرا قرص حاجز دستہ سے مہیّا ہوتا ہے اور برق نما کے قرص پر رکھا جاتا ہے۔ قرصِ برق نما کی اوپر کی سطح پر حاجز وارنش کا پتلا استر چڑھا کر اوپر والے قرص کو اس سے مجوزہ کر دیا جاتا ہے۔ پس دونوں ملکر ایک متوازی پرت کا برقی مکثف بن جاتا ہے، اور جب اوپر والا قرص زمین سے ملایا جاتا

ہے تو برق نما کی گنجائش معتدبہ ہو جاتی ہے۔ یعنے اس کے قوۂ میں اکائی اضافہ پیدا کرنے کے لئے اس کو معتدبہ برقی بار دینا پڑتا ہے۔ پس اگر برق نما کسی ایسے آلہ سے ملایا جاتا ہے جس کا قوۂ مستقل رہتا ہے تو وہ بہت زیادہ برقی بار کا متحمل ہوسکیگا بہ نسبت اس صورت کے جبکہ اس کے قرص پر زمین سے ملحق قرص نہ رکھا جائے۔

ممکن ہے کہ برق نما کا قوۂ اس قدر بلند نہ ہو کہ اس کے اوراق منفرج ہوں۔ معمولی یعنے مضاعف قرص نہ رکھنے والے برق نما سے اگر تجربہ کیا جائے تو اس برقی قوہ کی پہچان نہ ہوسکے گی۔

لیکن اگر مکثف برق نما کو (اس کے اوپر والے قرص کو زمین سے ملحق کرکے) برقایا جائے تو برق نما پر کثیر مقدار میں بار چڑھایا جاسکتا ہے، اگرچہ اس کا قوۂ اس قدر کم ہو کہ اس کے اوراق منفرج نہ ہوسکیں۔ اب اگر برق نما کے قرص کا الحاق برقی آلہ سے توڑ دیا جائے، اور فوراً ہی اسکے قرص پر سے زمین سے ملا ہوا اوپر والا قرص اٹھا لیا جائے تو برق نما کی گنجائش چھوٹی ہو جاتی ہے۔ جو برقی بار اسکو پہلے دیا گیا تھا اس سے اب پیشتر کی نسبت اُس کا قوۂ بہت بڑھ جائیگا۔ اور اس کی وجہ سے اس کے اوراق اب منفرج ہوسکینگے

تجربہ (۲۹)۔ مکثف برق نما کا استعمال برقی خانہ کے مثبت اور منفی قطبوں کی شناخت کے لئے۔ مکثف برق نما پر سے مضاعف

قرص اٹھالو اور اس کے سرے کے قرص کو ایک تار کے ذریعہ والٹائی خانہ کے ایک قطب سے ملادو۔ خانہ کے دوسرے قطب کو زمین سے وصل کردو۔ دیکھو اوراق منفرج نہ ہونگے۔

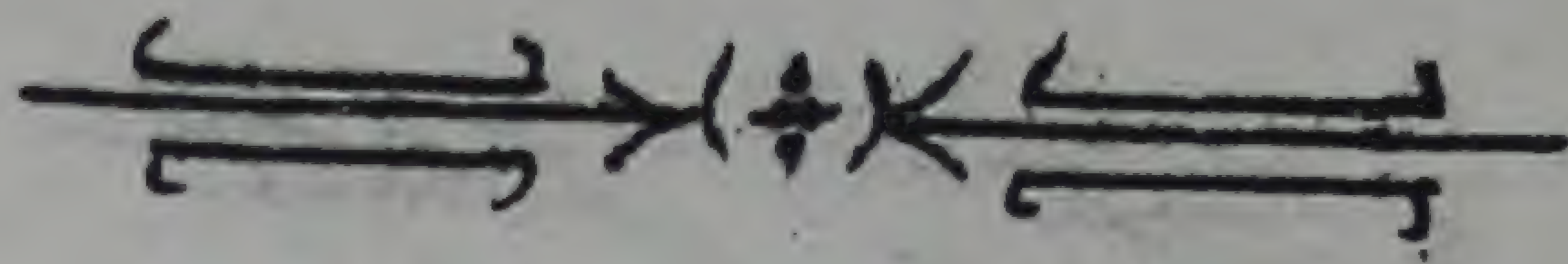
مجوزہ قرص کو برق نما کے قرص پر رکھو اول الذکر قرص کو زمین سے ملاؤ اور آخرالذکر کو مکرر تار کے ذریعہ والٹائی خانہ کے ایک قطب سے وصل کرو۔ تار نکال لو۔ دیکھو اوراق منفرج نہیں ہوتے ہیں۔ اب اوپر والا قرص اٹھالو۔ اوراق کسیقدر کھل جاتے ہیں، برق نما کا **اب وہی بار ہے** جو پہلے تھا۔ لیکن اس کی گنجائش گھٹ گئی ہے۔

بار کی علامت دریافت کرلو۔ اس کے لئے برقائے ہوئے ولکانائٹ یا شیشہ کی سلاخ استعمال ہوسکتی ہے۔

یہی تجربہ برقی خانہ کے دوسرے قطب کو برق نما کے قرص سے موصل کرکے اور پہلے قطب کو زمین سے ملاکر کیا جائے۔ تم دیکھوگے کہ ان قطبوں کے برقی باروں کی علامتیں مخالف ہیں۔ جن خانوں میں جست کی تختی استعمال ہوتی ہے ان سبھوں میں اس کی علامت منفی ہوتی ہے۔

اسی طرح کسی برقی ذخیرہ خانہ کے قطبین کی علامتوں کا امتحان کرکے دیکھو آیا ان پر صحیح نشان لگائے گئے ہیں کہ نہیں۔

تنبیہ۔ موجودہ معلومات کے لحاظ سے یہ رائے قائم ہوئی ہے کہ برقی بار کی وجہ برقیوں (الکٹرون) یا جُسیموں کی کمی زیادتی ہے۔ برقیہ منفی برق کا ذرہ تصور کیا جاتا ہے۔ فرینکلن کے ایک سیالی برقی نظریہ میں جو سیال فرض کیا جاتا ہے برقیہ ایک حد تک اس کے مشابہ تصور ہوسکتا ہے۔ اس کتاب میں قدیم رواج کے بموجب برقی رو سے

مثبت برق کی روانگی مفہوم ہے۔ واضح ہے کہ اس کی سمت
برقیوں کی روانگی کی سمت کے مخالف ہے۔

دوسرا باب

برقی رو - (ابتدائی امور)

فصل (۱) - کیمیائی طریقوں سے برق کی پیدائش

مکشف برق نما کے ذریعہ سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ جب کوئی سے دو مختلف فلز کی تختیاں کسی بھی مایع میں (جو ایک ہی برتن میں ڈالا ہوا ہو) ڈبوئی جاتی ہیں، تو ایک تختی کا قوہ دوسرے کے قوے سے اونچا ہو جاتا ہے۔ ان تختیوں کو جب ایک لمحہ کے لئے تار کے ذریعہ ملایا جاتا ہے تو اونچے قوہ کی تختی سے برقی بار خارج ہوکر تار پر سے دوسری تختی میں دوڑ جاتا ہے۔ اس برقی بار کے اخراج کے بعد بھی تختیاں برق سے خالی نہیں ہوتیں۔ کیونکہ تار کو ہٹانے کے بعد اگر پھر مکشف برق نما کے ذریعہ تختیوں کا امتحان کیا جائے تو پیشتر کی طرح ان پر تفاوت قوہ پایا جائیگا اگرچہ پیشتر کے تفاوت قوہ اور موجودہ تفاوت قوہ میں جو کچھ بھی خفیف سا تغیر ہوگا اس کی پہچان برق نما جیسے کم

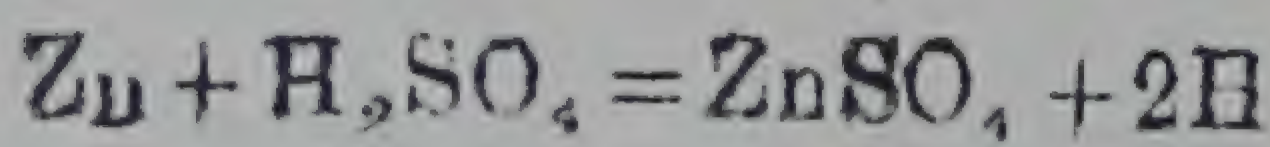
حساس آلہ سے نہ ہوسکیگی -

پس جب تختیاں اس مائع میں ڈبوئی جاتی ہیں تو خانہ میں کیمیائی تعامل ہوکر تختیوں پر کے برقی بار کی مسلسل تجدید ہوتی ہے - اگر ان تختیوں، یا بموجب علمی اصطلاح کے، ان قطبوں کو ایک تار سے ملائے رکھیں تو اس پر سے

ایک مسلسل برقی رو دوڑتی ہے

مختلف قسم کے محلولوں اور انواع و اقسام کی تختیوں کے ساتھ تجربہ کرنے کے بعد چند مخصوص خوبیوں کے 'خانے' ایجاد ہوئے ہیں، جو ان کے موجدوں کے نام سے مشہور ہیں - انکے متعلق اگر مفصل کیفیت معلوم کرنا ہو تو طالب علم کو چاہیے برقی نظریہ کی درسی کتابیں مطالعہ کرے -

والٹا کے سادہ خانہ میں سلفیورک ایسڈ (گندھک کے ترشہ) کے ہلکے محلول میں تانبے اور جست کی تختیاں ڈبوئی جاتی ہیں عموماً ایک حصہ خالص ترشہ کے ساتھ دس حصہ پانی ملا ہوا ہوتا ہے - جست کی تختی ترشہ میں بموجب مساوات ذیل حل ہوتی ہے -

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$$

تمام ابتدائی برقی خانوں کا عمل اس کے مشابہ ہوتا ہے - تانبے کی تختی پر ہیڈروجن گیس کی جھلی جم جانے سے خانہ کی جو تقطیب ہوتی ہے اس کے دفعیہ کے لئے کسی غیر مقطِّب مائع کے استعمال کی ضرورت ہوتی ہے -

چند ابتدائی خانوں کے متعلق ضروری باتیں

نام	تختیاں	برقانے والا مائع	دافع تقطیب	تقریبی محرکۂ برق (م-ب)		کیفیت
والٹا کا یا سادہ خانہ	تانبا، جست	سلفیورک ایسڈ کا محلول	ندارد	۱٫۰	اولٹ	جلد تقطیب عمل میں آتی ہے
ڈانیل	تانبا، جست	سلفیورک ایسڈ کا محلول	تانبے کا سلفیٹ مرتکز	۱٫۱۴	″	مستقل اور قابل اطمینان
		جست کے سلفیٹ کا ″	″ ″ ″ ″	۱٫۰۷	″	ایسڈ کے بخارات نہیں ہوتے
گروف	پلاٹینم، جست	سلفیورک ایسڈ کا محلول	نائٹرک ایسڈ مرتکز	۱٫۹	″	بیش قیمت اور ایسڈ کے بخارات تیز ہوتے ہیں
بُنسن	کاربن، جست	″ ″ ″ ″	″ ″ ″ ″	۱٫۷	″	ایسڈ کے بخارات
لسکلانشے	کاربن، جست	نوشادر کا سیر محلول	منگانیز ڈائی اکسائیڈ	۱٫۴	″	وقفہ سے کام کرنے کیلئے مفید
بائی کرومیٹ	″ ، ″	سلفیورک ایسڈ کا ″	بائی کرومیٹ سی کرومک ایسڈ	۱٫۸	″	قابلِ اطمینان، ختم کار پر جست کی تختی مائع میں سے اوپر اوٹھا لینی چاہیے۔
کلارک	پارا، جست	جست کا سلفیٹ	پارے کا سلفیٹ	۱٫۴۳۳	″	مستقل
وِسٹن	پارا، کیڈمیم	کیڈمیم سلفیٹ	پارے کا سلفیٹ	۱٫۰۱۸۳	″	بہت مستقل

محرکۂ برق (م-ب) یا تفاوت قوّہ (ت-ق) کی عملی اکائی **اولٹ** ہے جو نظام س-گ-ث کی اکائی کی $۱۰^۸$ ہے معمل میں تجربہ کرکے **بین الاقوامی اولٹ** معلوم کرنے کیلئے وسٹن کے کیڈمیم والے خانہ سے مدد لی جاسکتی ہے جس کا م-ب

۲۰° سئی پر ۱۸۳،۰۱۰ بین الاقوامی اولٹ ہے۔ کلارک کے خانہ کا م۔ب۔ ۱۵° سئی پر ۱۴۳۳ء۱ اولٹ ہے۔

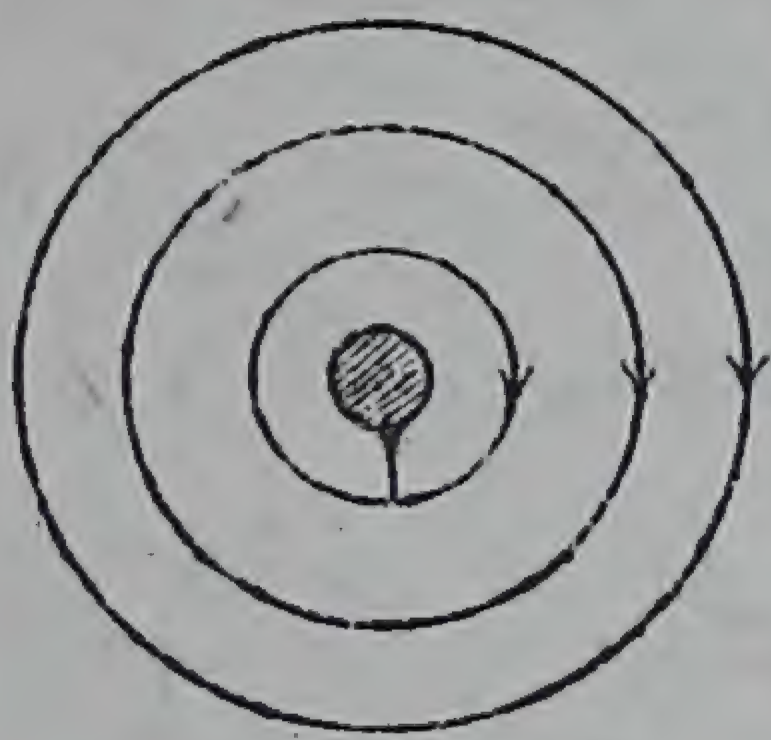
خانوں کی حفاظت۔ برقی خانہ کی طاقت یعنے رَد مہیّا کرنے کی شرح تختیوں کے رقبہ، کیمیائی تعامل کی رفتار اور دوسری خواص مثلاً اندرونی مزاحمت وغیرہ کے تابع ہوتی ہے۔ اگر **دَور قصر** ہوکر (یعنے خانہ کی قطبین کم مزاحمت کے موصل مثلاً فلز کے چھوٹے ٹکڑے کے ذریعہ مل کر) خانہ ذرا سی بھی دیر کے لئے اپنی حیثیت سے بڑھ کر عمل کرنے پر مجبور کردیا جائے تو وہ **کمزور یا مقطب** ہوجاتا ہے۔ اور اگر دائمی طور پر خراب نہ ہوجائے تو کم از کم تھوڑی دیر کے لئے تو قابل اطمینان کام نہیں دے سکتا۔

اس لئے ضرور ہے کہ برقی خانوں کو خصوصاً ثانوی یا ذخیرہ خانوں کو اس طرح زائد از حیثیت کام کرنے نہ دیا جائے۔ ذخیرہ خانہ میں سیسے کی سوراخدار تختیاں ہوتی ہیں، ایک تختی کے سوراخوں میں سفنجی سیسہ بھرا جاتا ہے اور دوسرے کے سوراخوں میں سیسے کا پر اکسائیڈ۔ اگر ذرا سی دیر کے لئے ذخیرہ خانہ پر زائد از حیثیت کام کا بوجھ پڑ جائے تو گیس نہ صرف تختیوں کی سطح پر سے جلد جلد نافذ ہوتی ہے بلکہ ان کے اندر بھی، جس کی وجہ سے تختیاں یا تو بل کھاتی ہیں یا ایسے سوراخوں میں جو "لگدی" بھری جاتی ہے پھول کر باہر آجاتی ہے اس سے ذخیرہ خانہ کو سخت نقصان پہنچتا ہے اور اگر پھر کبھی یہ بات وقوع میں آئے تو وہ ہمیشہ کے لئے خراب ہوجائیگا

طلباء کو چاہیئے کہ محض شرارے کی موقت جھلک دیکھنے کے خیال سے برقی ذخیرہ خانہ جیسے معمل کے اہم اور قیمتی آلہ کو خراب نہ کردیں۔

فصل (۲)۔ برقی رودں کا مقناطیسی عمل

۱۸۱۹ء میں ایرسٹڈ کو اس کا اکتشاف ہوا کہ ایسے تار کے قریب جس پر سے برقی رو گزرتی ہو جب مقناطیسی سوئی رکھی جاتی ہے تو سوئی علی العموم منحرف ہوجاتی ہے انحراف اس انداز سے ہوتا ہے گویا سوئی کا محور برقی رو کی سمت پر علی القوائم ہونا چاہتا ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ برقی رو سے اس کے اطراف کے فضاء میں ایک مقناطیسی میدان وجود میں آتا ہے۔ اگر رو ایک سیدھے لمبے تار پر سے بہتی ہے تو مقناطیسی قوت کے خطوط دائروں کی شکل اختیار کرتے ہیں جن کے مرکز تار پر واقع ہوتے ہیں اور مستوی اس پر علی القوائم۔

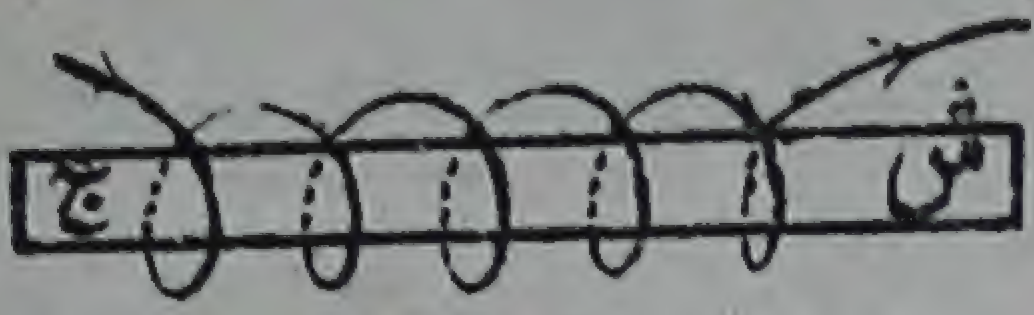
فرض کرو تار اس کاغذ کے مستوی پر عمود وار واقع ہے اور رو بمقام (۲) کاغذ کے اوپر سے نیچے کی طرف جاتی ہے ایسی صورت میں مثبت برقی قطب (۲) کے گرد ایک دائرے میں گھومیگا۔ دائرے کا مرکز (۲) ہوگا اور گھومنے کی سمت موافق سمت ساعت ہوگی۔ اس تعلق کو یاد رکھنے کا ایک آسان طریقہ یہ ہے

شکل (۲۷)
سیدھی برقی رو کے مقناطیسی قوت کے خطوط

گردھتے کاگ پیچ کی حرکت سے مدد لی جائے - اگر پیچ کی نوک برقی رَو کی سمت میں آگے کو بڑھے تو پیچ کی گردش (یعنے اس کو پھیرنے والے انگوٹھے کی گردش) کی سمت مقناطیسی قوت کی سمت ہے -

ایک چھوٹی کمپاس سوئی پر برقی رَو کا عمل ملاحظہ کرکے متذکرۂ بالا تعلق کا امتحان کیا جائے - ایک مجوز تانبے کے تار کے سروں کو ڈانیل کے دو ایک خانوں کے مورچہ کے سروں سے باندھ کر دیکھو مقناطیسی سوئی کا تار کی مختلف وضعوں میں کیسا انصراف ہوتا ہے - اس کی بھی تصدیق کرو کہ جب تار کو ایک جگہ موڑ کر دوہرا کردیتے ہیں یا اس کے ایک حصہ کو دوسرے کے گرد موڑ دیتے ہیں تاکہ بازوؤں کے حصوں میں رَو مخالف سمتوں میں دوڑے تو مقناطیسی سوئی پر رَو کا اثر تقریباً صفر ہوتا ہے -

تجربہ (۳۰) - سادہ برقی مقناطیس

بنانے کا طریقہ - نرم لوہے کی ایک سلاخ کے گرد ایک مجوز تانبے کا تار لولبی کی شکل میں لپیٹا جائے - تار کے سرے ایک مورچہ سے باندھ دیئے جائیں، اگر ضرورت ہو تو مناسب مزاحمت بھی دَور میں شامل کی جائے - برقی رَو کے اثر سے لوہا مقنایا جائیگا اس لئے تار اور لوہے کی ترتیب کو برقی مقناطیس کہتے ہیں - اگر ایک دھتا کاگ پیچ اسطرح پھیرا جائے کہ انگوٹھا لولبی کے چکروں میں برقی رَو کے دوڑنے کی سمت میں گھومے تو کاگ پیچ کی نوک مقناطیسی قوت کے خطوط کی سمت میں آگے کو بڑھیگی - یہ خطوط قوت

لوہے کی سلاخ کے اندر جنوبی قطب سے ہوکر شمالی قطب کو جاتے ہیں، پس سلاخ کا وہ سرا جہاں کاگ پیچ کی نوک لوہے کے اندر داخل ہوگی جنوبی قطب ہوتا ہے اور دوسرا سرا جہاں سے

شکل (۲۸)

برقی مقناطیس بنانے کا طریقہ

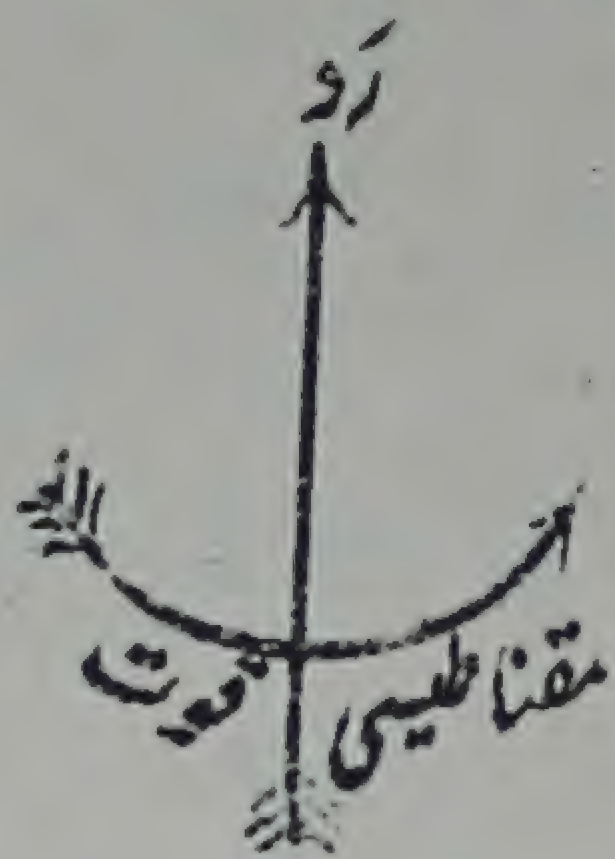
نوک باہر کو نکل آئےگی شمالی قطب۔ اس امر کی تصدیق کمپاس سوئی کے ذریعہ کی جائے اور یہ بھی دیکھ لیا جائے کہ برقی مقناطیس لوہے کے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچنے میں کس قدر طاقتور ہے۔

مورچے کے قطبوں کی علامت کا امتحان

متذکرۂ بالا نتائج کے ذریعہ مورچہ یا برقی رَو کے کسی اور مبداء کے قطبیوں کی علامت مشخص ہوسکتی ہے۔ مبداء سے اگر (مناسب مقدار میں) برقی رَو لیکر کسی تار پر سے بہائی جائے تو کمپاس سوئی کے ذریعہ جیسا کہ اوپر بیان ہوا رَو کی سمت معلوم کرلی جاسکتی ہے۔ چونکہ بموجب قرارداد عامہ برقی رَو کی نسبت تصور کیا جاتا ہے کہ مثبت سرے سے نکل کر بیرونی دَور میں منفی سرے کی طرف جاتی ہے مبداء یا مورچہ کے سروں کی صحیح علامت فوراً دریافت ہوجاتی ہے۔

آگے چل کر بیان ہوگا کہ قطبوں کی علامت برقی رَو کے کیمیائی عمل سے بھی معلوم ہوسکتی ہے۔

فصل (۳۱) خط مستقیم پر سے گزرنیوالی برقی رَو کا مقناطیسی میدان

قبل ازیں اس کا ذکر آچکا ہے کہ برقی رو جب ایک لمبے سیدھے تار پر سے بہتی ہے تو اس کے گرد مقناطیسی قوت کے خطوط دائری شکل اختیار کرتے ہیں - ہر ایک دائرے کا مرکز تار پر واقع ہوتا ہے اور اس کا مستوی تار پر علی القوائم ہوتا ہے۔ دائرے میں مقناطیسی قوت کی سمت اور تار پر برقی رَو کی سمت دونوں میں تعلق رہتے کا گ پیچ کی گردش اور انتقالی حرکت کا تعلق ہوتا ہے۔

رَو
مقناطیسی قوت

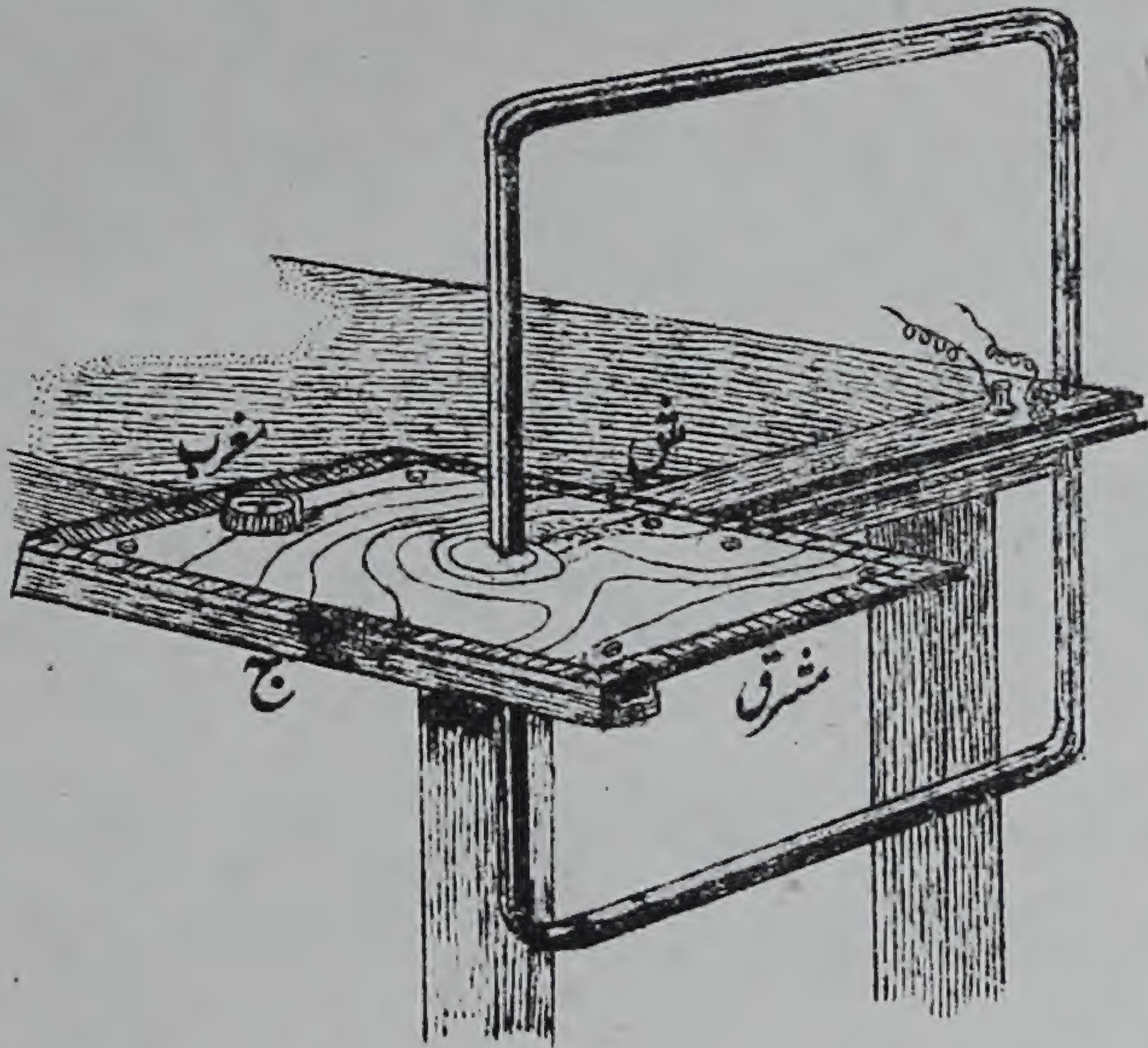
شکل (۲۹) سیدھے تار پر سے گزرنیوالی رَو کا مقناطیسی میدان

کسی مقام کا عمودی فاصلہ اگر تار سے (ص) فرض کیا جائے تو وہاں مقناطیسی قوت کی قیمت $\frac{2\text{ر}}{\text{ص}}$ ہوگی جس میں (ر) سے اُس برقی رَو کی برقی مقناطیسی اکائیوں میں قیمت مراد ہے۔

برقی مقناطیسی اکائی رَو کی تعریف کے لئے مماسی مقناطیسی رَو پیما کے نظریہ سے واقفیت ضروری ہے۔ تیسرے باب میں اس کا ذکر آئیگا۔

تجربہ کرتے وقت برقی رَو کے مقناطیسی میدان کے ساتھ زمین کے مقناطیسی میدان کا بھی لحاظ ضروری ہے۔ چونکہ زمین کے مقناطیسی میدان کا انتصابی جزو افقی سوئی پر کوئی اثر نہیں رکھتا

ہے اس لئے برقی رَو کا تار انتصابی وضع میں ترتیب دیا جائے تو مناسب ہے۔ مقناطیسی قوت کے خطوط افقی مستوی میں کھینچے جا سکتے ہیں۔

تجربہ (۳۱) سیدھے تار کے برقی رَو کے **مقناطیسی میدان کی نقشہ کشی**۔ مستطیل شکل کی لکڑی کے ایک وسیع چوکھٹے پر تانبے کے مجوز تار کے کئی چکر لپیٹے جائیں تاکہ برقی رَو کا مقناطیسی اثر زیادہ قوی ہو۔ شکل (۳۰)۔ تار کا ایک سرا ایک چھوٹے برقی ذخیرہ خانہ کے ایک قطب سے باندھ دیا جائے اور دوسرا سرا ایک کنجی سے۔

شکل (۳۰)
سیدھے تار کے برقی رَو کا مقناطیسی میدان

ذخیرہ خانہ کے دوسرے قطب کو پلاٹیناائیڈ کے ایک چھوٹے طول کے تار کے ذریعہ کنجی سے ملاکر برقی دور مکمل کردیا جائے۔ اگر معمل کے استعمال کے لئے سیدھی برقی رَو مہیا ہو تو بہم رسانی کے تاروں میں سے رَو اخذ کیجاسکتی ہے۔ ضرورت سے زیادہ رَو منتقل نہ ہونے کی غرض سے آلہ کے ساتھ ایک برقی چراغ ہم سلسلہ ترتیب دیا جاسکتا ہے۔

آلہ کو میز کے ایک کنارے کے پاس کھڑا کرو اور نقشہ کشی کے تختہ کو میز پر افقی وضع میں مستحکم باندھ دو جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے۔ خطوط قوت کے کھینچنے میں یاد رہے کہ وہ (۱) آلہ کے قریب اور (۲) تعدیلی نقطہ کے پاس بہت احتیاط سے کھینچے جائیں۔

ممکنہ صحت کے ساتھ تعدیلی نقطہ کا مقام دریافت کرلینے کے بعد تار سے اس کا فاصلہ (ص) ناپ لیا جائے۔ اگر مقناطیسی میدان کی حدت یہاں (ح) ہے اور تار کے پیچ (ع) ہیں اور ہر ایک تار پر سے برقی مقناطیسی اِکائیوں میں (سر) رَو بہتی ہے تو یہاں

$$ح = \frac{۲ ع سر}{ص}$$

یہ مقناطیسی قوت زمین کے افقی میدان کے مخالف اثر سے کالعدم ہوتی ہے۔ پس (ح) کو مقام مذکور کے افقی مقناطیسی میدان کی معلوم قیمت کے مساوی لکھنے سے برقی رَو (سر) برقی مقناطیسی اِکائیوں میں شمار ہوجاتی ہے اور چونکہ رَو کی ایک برقی مقناطیسی اِکائی ۱۰ امپیر کے برابر ہوتی ہے (سر) کی قیمت امپیروں میں بھی بتادی جائے۔

سیدھے تار پر کی برقی رَو کے قریب مقناطیسی میدان کی حدّت میں تغیّر

صفحہ (۹۷) پر قبل ازیں ذکر آچکا ہے کہ لمبے سیدھے تار پر کی برقی رَو کے مقناطیسی میدان کی حدت (ح) تار سے (ص) فاصلہ پر $\frac{۲ر}{ص}$ کے مساوی ہے جہاں (ر) برقی مقناطیسی اکائیوں میں رَو کی قیمت ہے۔

مقناطیسی میدانوں کے مقابلہ کے لئے جو طریقے بیان ہوئے ہیں ان میں سے کسی ایک کے ذریعہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ (ح) کو (ص) کے ساتھ عکسی نسبت ہے۔

تجربہ (۳۲)۔ مقناطیسیت پیما کے ذریعہ سیدھے تار پر کی برقی رَو کے مقناطیسی میدان کے تغیّر کی توضیح۔ پیشتر کے تجربہ کی طرح برقی رَو کے تار کو انتصابی وضع میں کھڑا کرو۔ ایک افقی خط کھینچو جو تار میں سے مقناطیسی نصف النہار کی سمت میں گزرے اس خط پر تار سے کسی فاصلہ (ص) پر مقناطیسیت پیما کو رکھدو۔ دیکھو برقی رَو جب تار پر سے گزرتی ہے تو سوئی کا زاویہ انحراف (ذ) کیا ہے۔ اسی طرح فاصلے بدل بدل کر (ص)، (ے ذ) (تس ے ذ) اور (ر مس ے ذ) کی قیمتیں بالترتیب ایک جدول کی شکل میں لکھ لو۔

برقی رَو کا مقناطیسی میدان تار کے شمالی یا جنوبی مقاموں پر مشرق یا مغرب کی سمت میں ہوتا ہے، اس لئے اس کی حدت مس ے ذ کے متناسب ہوتی ہے۔ اس تجربہ میں آخری

خانہ کے عدد مستقل برآمد ہونگے پس (س ∠ ذ) یا (ح) کو (ص) سے عکسی نسبت ہوگی۔

تجربہ (۳۳)۔ خطوط قوت کی نقشہ کشی کے ذریعہ سیدھے تار کی رو کے مقناطیسی میدان کے تغیر کی توضیح۔ اِس تجربہ اور تجربہ (۳۲) میں مجازاً کوئی فرق نہیں۔ مقناطیسی نصف النہار کی سمت میں تار میں سے گزرنے والے افقی خط کو جہاں تار کی رو کا مقناطیسی میدان قطع کرتا ہے وہاں مختلف مقاموں پر کمپاس سوئی کے ذریعہ خطوط قوت کا نقشہ کھینچا جاتا ہے۔ جہاں خط نصف النہار کو قطع کرتا ہے وہاں خط مماس کھینچ کر اُس کا زاویۂ میلان (ذ) نصف النہار کے ساتھ زاویہ پیما کے ذریعہ معلوم کرلیا جاتا ہے اور مثل سابق جدول تیار کی جاتی ہے۔

اگر تار سے ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵ اور ۲۰ سم فاصلوں پر خطوط قوت کا میلان (نصف النہار کے ساتھ) ناپا جائے تو مناسب ہوگا۔

طریقہ اہتزاز۔ فرض کرو ایک انتصابی تار پر سے برقی رو گزر رہی ہے اور اُس تار میں سے ایک خط مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت کھینچا گیا ہے۔ رو کے باعث مقناطیسی میدان (ح) اس خط کے کسی بھی نقطہ پر یا ٹھیک مقناطیسی شمال کی جانب ہوگا یا جنوب کی جانب۔ پس تار کے ایک بازو مجموعی میدان کی حدت (ح + ف) ہوگی اور دوسرے بازو ح اور ف کا تفاوت ہوگی۔ یہاں ف سے مراد زمین کے مقناطیسی میدان کا افقی جزو ہے۔

صفحہ (۸۵) پر جیسا کہ بیان ہوا ہے ایک چھوٹی مگر بھاری وزن کی سوئی اس مشرق مغرب کے خط پر کسی جگہ رکھکر اسکے اہتزاز کی مدت رَو کی روانگی سے پہلے یعنے محض زمین کے افقی میدان میں مشاہدہ کرلی جاسکتی ہے۔ اگر اس کو د. قرار دیا جائے تو

$$د^۲ = \frac{م}{ف} \quad یا \quad ف = \frac{م}{د^۲}$$

اگر اب تار پر سے رَو جاری کی جائے تو سوئی کی وضع اور سرعت اہتزاز اس کے مقام اور نیز رَو کی روانگی کی سمت پر منحصر ہونگے۔ تار کے ایک جانب سوئی زیادہ جلد اہتزاز کرنے لگیگی بہ نسبت اس کے کہ وہ محض زمین کے میدان میں تھی، اسکے قطب اب پیشتر ہی کی سمت میں واقع ہونگے۔ یہاں برقی رَو والا مقناطیسی میدان اور زمین کا میدان دونوں ایک دوسرے کی تائید کرتے ہیں۔ اس کے مقابل کے جانب یہ میدان باہمدیگر مخالف واقع ہونگے اور مقناطیسی میدان زمین کی بہ نسبت اب سوئی (اگر رَو بہت شدید نہ ہو تو) آہستہ اہتزاز کرے گی یا اس کی سمت بالکل معکوس ہوجائیگی۔ اگر ف. بمقابلہ ح قوی تر ہے تو سوئی کا اہتزاز آہستہ ہوتا ہے اور اگر ح قوی تر ہے تو اس کی سمت معکوس ہوجاتی ہے۔

سوئی کو تار کے اس جانب رکھنے میں جہاں کہ دونوں میدان ایک دوسرے کی تائید کرتے ہیں یہ فائدہ ہے کہ سوئی کو لٹکانے کے ریشہ میں جو مروڑ پیدا ہوتا ہے اس کی خطا کی اہمیت گھٹ جاتی ہے۔ واضح ہو کہ بہت کمزور مقناطیسی میدانوں میں ریشہ کا مروڑ زیادہ فیصدی اثر رکھتا ہے بہ نسبت بڑی حدت کے میدانوں کے۔ اور چونکہ ان تجربوں میں اس مروڑ کو شمار نہیں

کرتے ہیں اس لئے پہلی صورت میں خطا نسبتاً بڑھ جاتی ہے۔ مندرجہ ذیل بحث میں فرض کرلیا جاتا ہے کہ سوئی تار کے اُس جانب رکھی جاتی ہے جہاں میدانِ رَو میدانِ زمین کی تائید کرتا ہے۔

حاصل مجموعی میدان کو (ف) اور اہتزاز کے وقت دوران کو (و) قرار دیں تو

$$\text{ف} = \text{ح} + \text{ف}_{\text{٠}}$$

اور نیز

$$\text{ف} = \frac{\text{ھر}}{\text{و}^{2}}$$

پس

$$\text{ح} = \text{ف} - \text{ف}_{\text{٠}}$$

$$= \text{ھر}\left(\frac{1}{\text{و}^{2}} - \frac{1}{\text{و}_{\text{٠}}^{2}}\right)$$

اس لئے اگر (ح) کو تار کے فاصلہ کے ساتھ عکسی نسبت ہے یعنی $\text{ح} \propto \frac{1}{\text{ص}}$ تو واضح ہے کہ $\text{ح}_1\text{ص}_1 = \text{ح}_2\text{ص}_2 = \text{ح}_3\text{ص}_3$ وغیرہ برآمد ہونا چاہئے، اگر ح_1، ح_2، ح_3 تار سے فاصلوں ص_1، ص_2، ص_3 ..... پر میدان کی حدتیں مانی جائیں۔

اگر یہاں اہتزاز کی مدتیں بالترتیب و_1، و_2، و_3 ..... ہوں تو

$\text{ھر}\left(\frac{1}{\text{و}_1^{2}} - \frac{1}{\text{و}_{\text{٠}}^{2}}\right) = \text{ح}_1$، $\text{ھر}\left(\frac{1}{\text{و}_2^{2}} - \frac{1}{\text{و}_{\text{٠}}^{2}}\right) = \text{ح}_2$ وغیرہ مساواتیں لکھی جاسکتی ہیں۔

پس $\text{ح}_1\text{ص}_1 = \text{ح}_2\text{ص}_2$ وغیرہ ثابت کرنے کے لئے ہمیں ثابت کرنا ہوگا کہ

$$\text{ہر}\left(\frac{1}{\text{د}_1^2}-\frac{1}{\text{د}_2^2}\right)\text{ص}_1=\text{ہر}\left(\frac{1}{\text{د}_2^2}-\frac{1}{\text{د}_3^2}\right)\text{ص}_2=\text{وغیرہ}$$

چونکہ مستقل (ہر) ہر جملہ میں شریک ہے اس لئے اس کو بالکلیہ ساقط کردیا جاسکتا ہے اور

$$\left(\frac{1}{\text{د}_1^2}-\frac{1}{\text{د}_2^2}\right)\text{ص}_1 \text{،} \left(\frac{1}{\text{د}_2^2}-\frac{1}{\text{د}_3^2}\right)\text{ص}_2 \text{ وغیرہ}$$

کی قیمت مستقل ثابت کرنے سے $\text{ح} \propto \frac{1}{\text{ص}}$ ثابت ہوجاتا ہے۔

تجربہ (۳۴)- سیدھے تار کی رَو کے مقناطیسی میدان کے تغیّر کی تعیین' اہتزازوں کے طریقہ سے - تار کو انتصابی وضع میں رکھو اور اس میں سے ایک خط مقناطیسی شرق مغرب کی سمت میں کھینچو۔ اور خط پر تار سے مختلف فاصلوں مثلاً ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰ سم پر نشان کرلو۔

تار پر رَو کو جاری کرنے سے پہلے اس خط پر کسی جگہ ایک چھوٹی اہتزازی سوئی رکھ کر اُس کا وقت دوران (و۱) معلوم کرلو۔ اب رَو جاری کردو اور دیکھو سوئی پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے۔ اگر وہ اپنی طبعی سمت میں پیشتر سے زیادہ تیز اہتزاز کرے تو تجربہ شروع کردیا جاسکتا ہے۔ ورنہ تار پر رَو کی سمت الٹ دی جائے۔ سوئی زمین کے مقناطیسی میدان کی سمت میں پہلے سے زیادہ جلد اہتزاز کرنے لگیگی۔ حاصل مجموعی میدان ف = ح + ف.

متذکرہ بالا فاصلوں کے نشانوں پر رکھ کر ہر ایک مقام پر وقت دوران مشاہدہ کرلیا جائے
اور مشاہدات جدول کی شکل میں قلمبند کرلئے جائیں:۔

سوئی کا وقت دوران زمین کے میدان میں (و.) = ... ثانیہ

$\frac{1}{و_۰^۲}$ =

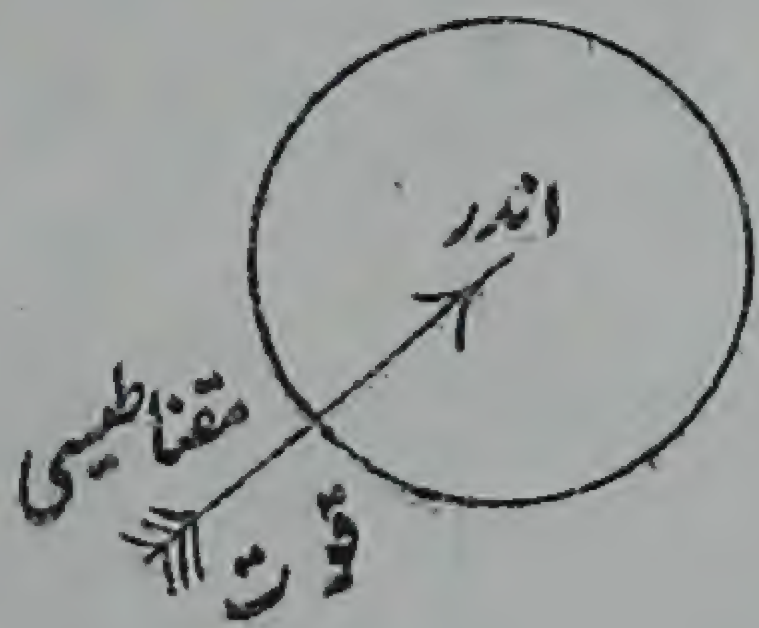
تار سے فاصلہ سنٹی میٹروں میں (ص)	سوئی کا وقت دوران (و) ثانیے	$\frac{1}{و^۲}$	$\frac{1}{و^۲} - \frac{1}{و_۰^۲}$	ص $\left\{\frac{1}{و^۲} - \frac{1}{و_۰^۲}\right\}$
۵				
۶				
۷				
۸				
۱۰				
۱۵				
۲۰				

آخری خانہ کے عدد مستقل برآمد ہونگے، پس ثابت ہوگا کہ سیدھے تار کی برقی رو کا مقناطیسی میدان تار کے فاصلہ کے عکسی مربع کی نسبت سے بدلتا ہے۔

فصل (۴)۔ دائری لچھے کی برقی رَو کا مقناطیسی میدان۔

قبل ازیں ثابت ہوچکا ہے کہ برقی رَو سے اس کے اطراف کے فضاء میں مقناطیسی میدان کی تکوین ہوتی ہے۔ ایک خاص صورت قابل غور ہے جبکہ برقی رَو دائری لچھے پر سے گزرتی

ہے ۔ پچھے کے مستوی میں ہر جگہ مقناطیسی قوت کے خطوط مستوی پر علی القوائم ہوتے ہیں ۔ دائری حدود کے اندر کسی مقام پر مقناطیسی خطِ قوت کی سمت کو برقی رو کی سمت کے ساتھ وہی نسبت ہے جو دہتے کاگ پیچ کے نقل مکان کی سمت کو اس کے گردش کی سمت کے ساتھ ہے ۔ ملاحظہ ہو شکل (۳۱)

تجربہ (۳۵) ۔ دائری پچھے کی برقی رو کے مقناطیسی میدان کی نقشہ کشی ۔ اس تجربہ کے لئے افقی تختہ پر انتصابی وضع میں ایک دائری پچھا اس طرح قائم کیا جاتا ہے کہ اس کا افقی قطر تختہ کے مستوی اور نیز اس کے وسطی حصے میں سے گزرے ۔ تختہ پر نقشہ کشی کا کاغذ الپنوں کے ذریعہ جما دیا جائے پچھے کے سرے پر سے نیچے اتر آنے کے لئے کاغذ پر ایک

شکل (۳۱)
دائری رو کا مقناطیسی میدان

مناسب شگاف کر دیا جائے ۔ اور پھر کمپاس سوئی کی مدد سے (دوامی مقناطیسوں کے تجربوں کی طرح) پچھے کے قرب و جوار میں مقناطیسی خطوط قوت کا نقشہ کھینچا جائے ۔

ان خطوط سے اکیلے پچھے کی رو کے میدان کی تعیین نہ ہوگی بلکہ پچھے اور زمین دونوں کے مشترکہ میدان کی ۔

آلہ کو ترتیب دیکر پچھے کے مستوی کو مقناطیسی نصف النہار میں رکھو اور کسی مستقل مبداء مثلاً ذخیرہ خانوں سے اس میں برقی رو بہاؤ لیکن احتیاط رہے کہ کافی مزاحمت دور میں شریک

رہے تاکہ مناسب مقدار میں رَو جاری رہے۔ پھر خطوط قوت کا نقشہ کھینچا جائے۔ (۱) لچھے کے قریب اور (۲) تعدیلی نقطوں کے پاس خصوصیت کے ساتھ ان خطوط کی طرف توجہ کی جائے۔

تجربہ باب (۳۶)۔ دائری لچھے کے محور پر فاصلہ کی نسبت سے مقناطیسی میدان کی تبدیلی۔

(۱)۔ **خطوط قوت کا نقشہ کھینچکر**۔ اگر تجربہ ماسبق میں لچھے کا مستوی مقناطیسی نصف النہار میں رکھا ہوا ہو تو لچھے کا مقناطیسی میدان اس کے محور کے مقام پر مشرق و مغرب (مقناطیسی) کی سمت میں ہوگا۔ جو میدان فی الحقیقت موجود ہوگا لچھے کے میدان اور زمین کے افقی مقناطیسی میدان کا ماحصل ہوگا۔ پس محور کے نقطوں پر خطوطِ قوت کی سمت ٹھیک مشرق و مغرب کی سمت نہ ہوگی، بلکہ موخرالزکر سمت پر خاص خاص زاویوں پر مائل ہوگی، لچھے سے جسقدر فاصلہ دور ہوگا زاویۂ میلان بھی بڑھیگا۔

محور کے مختلف مقاموں پر جہاں خطوط قوت محور کو قطع کرتے ہیں تھوڑی دور تک کھینچے جائیں اور ان کی سمت اور مقناطیسی نصف النہار میں جو زاویہ ہوگا دریافت کرلیا جائے۔ مندرجہ ذیل جدول کے پہلے خانہ میں لچھے سے چند فاصلوں کی صراحت ہوئی ہے ان پر نشان کرلئے جائیں۔ اگر خط قوت اور مقناطیسی نصف النہار میں زاویہ $\hat{ذ}$ ہے تو لچھے کے میدان کی حدت (ح) متناسب ہوگی مس ذ کی۔

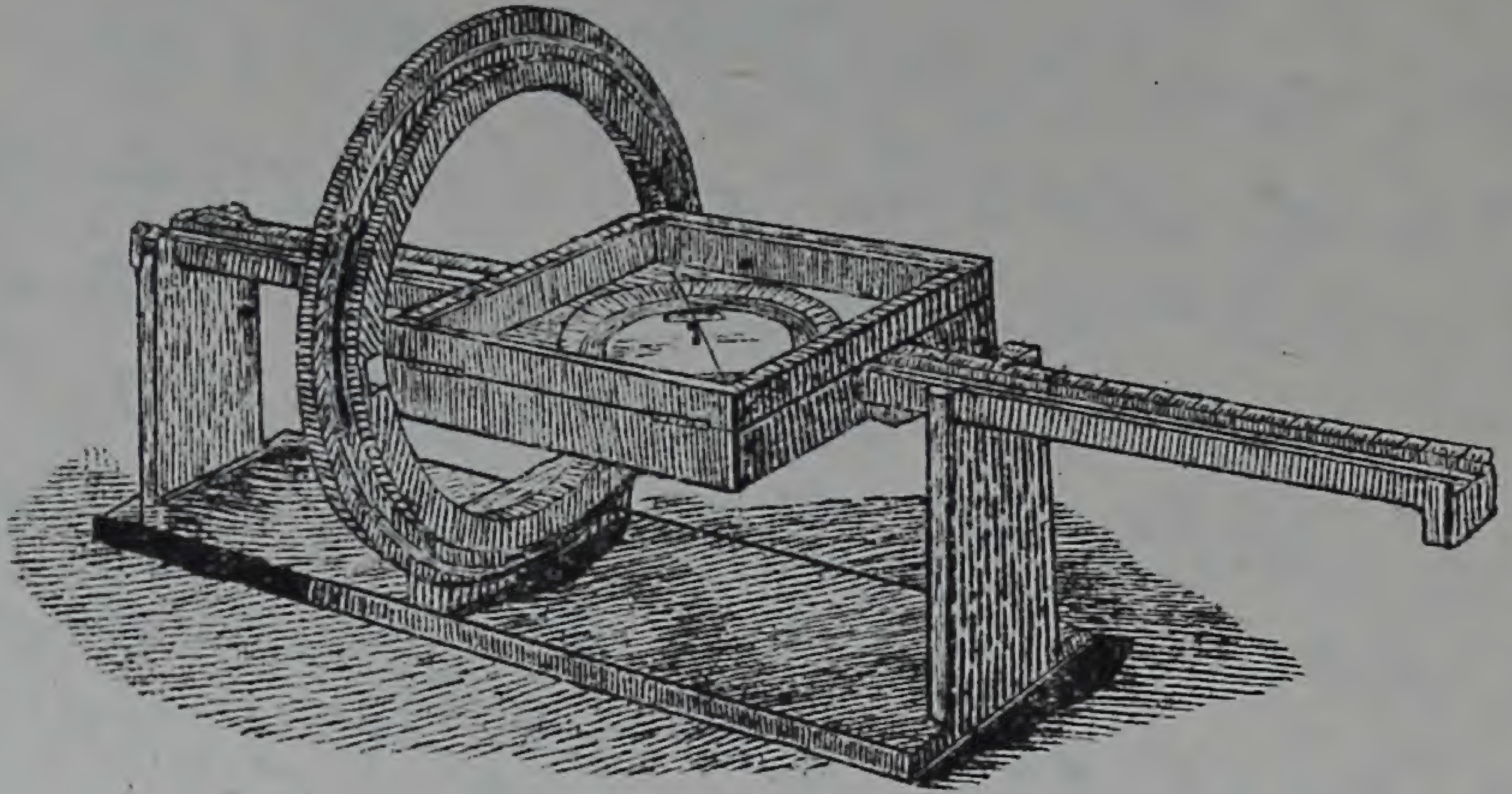
نتائج اس طرح لکھ لئے جائیں :-

پچھے سے فاصلہ محور پر	ذ̂	مس ∠ ذ
۵ء۷ سنتی میٹر		
۱۰ "		
۱۲ء۵		
۱۵		
۲۰		
۲۵		
۳۰		

منحنی کے ذریعہ مس ∠ ذ اور فاصلہ میں تعلق بتاؤ۔ اس سے معلوم ہو جائیگا کہ حدت (ح) کو محوری فاصلہ سے کیا نسبت ہے۔

(۲)- پچھے کے محور پر حرکت کرنے والے مقناطیسیت پیما کے ذریعہ - اس تجربہ کے لئے ہلٹیو رٹ اور رگی کا مماسی رَو پیما بہت موزوں ہے - ملاحظہ ہو شکل (۳۲) پچھے کے مستوی کو انتصابی وضع میں ترتیب دو اور مقناطیسیت پیما کی سوئی کی وضع پر نگاہ رکھ کر پچھے کو مقناطیسی نصف النہار میں لاؤ۔

باریک تار کے پچھے پر سے اس مقدار میں برقی رَو بہاؤ کہ جب مقناطیسیت پیما کی سوئی ٹھیک پچھے کے مستوی میں واقع ہوتی ہے تو سوئی کا انحراف کوئی ۷۵° یا ۸۰° ہو۔

اِس رَو کو مستقل رکھ کر مقناطیسیت پیما کے صندوقچہ کو پچھے کے

شکل (۳۲)
سٹیورٹ اور گی کا مماسی رَو پیما

محور پر بالترتیب ایک ایک سنتی میتر ہٹاؤ۔ دیکھو ان مقاموں پر انحراف کیا ہوتا ہے۔ جہانتک مقناطیسیت پیما ہٹایا جاسکتا ہے (یا سوئی کا انحراف گھٹ کر ۵° ہوجائے) اس کو ہٹاکر محوری فاصلے اور سوئی کے انحراف مشاہدہ کئے جائیں۔
پچھے کے دوسرے جانب بھی اسیطرح یہ مشاہدے دوہرائے جائیں۔
اور نتائج جدول کی شکل میں لکھے جائیں:-

محور پر فاصلہ (ص)	ایک جانب انحراف ذ۱	دوسرے جانب انحراف ذ۲	مس ذ۱	مس ذ۲

ترسیم کھینچکر لچھے کے دونوں جانب مس ذ کا تغیر فاصلہ کے لحاظ سے بتایا جائے۔ منحنی متشاکل ہونا چاہئے اور لچھے کے مرکز پر اس کی قیمت اعظم۔

طریقہ (۱)، یعنے میدان کی نقشہ کشی کی بہ نسبت، یہ طریقہ مرجح ہے، اس لئے کہ اس میں سوئی کا انصراف لچھے کے وسطی حصے کے اندر بھی دریافت کرلیا جاسکتا ہے۔ معہذا زاویہ کی پیمائش (سوئی کے نمائندے کے ذریعہ دائری پیمانہ پر) فوراً بلا مشقت ہوجاتی ہے۔ یہ سہولت پہلے طریقہ میں نہیں پائی جاتی۔ لچھے کے قریب چونکہ خطوط میں انحنا سرعت سے پیدا ہوتا ہے طریقہ (۱) سے زاویوں کی پیمائش بہت صحت کے ساتھ نہیں کی جاسکتی۔

تیسرا باب

برقی رو کی پیمائش کے آلات

فصل (۱) مماسی مقناطیسی رو پیما

مماسی رو پیما کے ذریعہ برقی رو کی قیمت **مطلق برقی مقناطیسی** اکائیوں میں (یعنے نظام س۔گ۔ث کی اکائیوں میں) شمار کی جاسکتی ہے۔ برقی رو کی عملی اکائی **ایک امپیر** کہلاتی ہے اور وہ **س۔گ۔ث کی برقی رو کی اکائی کا دسواں حصہ قرار دی گئی ہے۔** اس تعلق کی وجہ سے مماسی رو پیما کے ذریعہ کسی رو کی قیمت امپیروں میں بھی دریافت ہوجاتی ہے۔

مماسی رو پیما کو **مطلق پیمائش کا آلہ** (یا بطور اختصار مطلق آلہ) اس لئے کہتے ہیں کہ اس کے مشاہدوں سے رو کی قیمت مطلق یا معیاری اکائیوں میں محول ہوسکتی ہے۔ چونکہ اس کا اختراع صحیح نظری تحقیق پر مبنی

ہے اُس کے مشاہدات غلط نہیں ہو سکتے، اگر نظریہ کے شرائط کی پوری تعمیل ہو جاتی ہے۔ اور دوسرے تمام اقسام کے رَو پیماؤں کی تعییر مماسی رَو پیما ہی سے ان کا مقابلہ کرکے کی جاتی ہے۔

مماسی رَو پیما کا نظریہ

نظام س۔گ۔ث میں برقی رَو کی اکائی وہ رَو ہے جو ایک سم نصف قطر دائرے کی قوس کی شکل میں مڑے ہوئے ایک سم لمبے تار پر سے گزرتے ہوئے دائرے کے مرکز پر مقناطیسی قطب کی اِکائی پر ایک ڈائین کی قوت سے عمل کرے۔

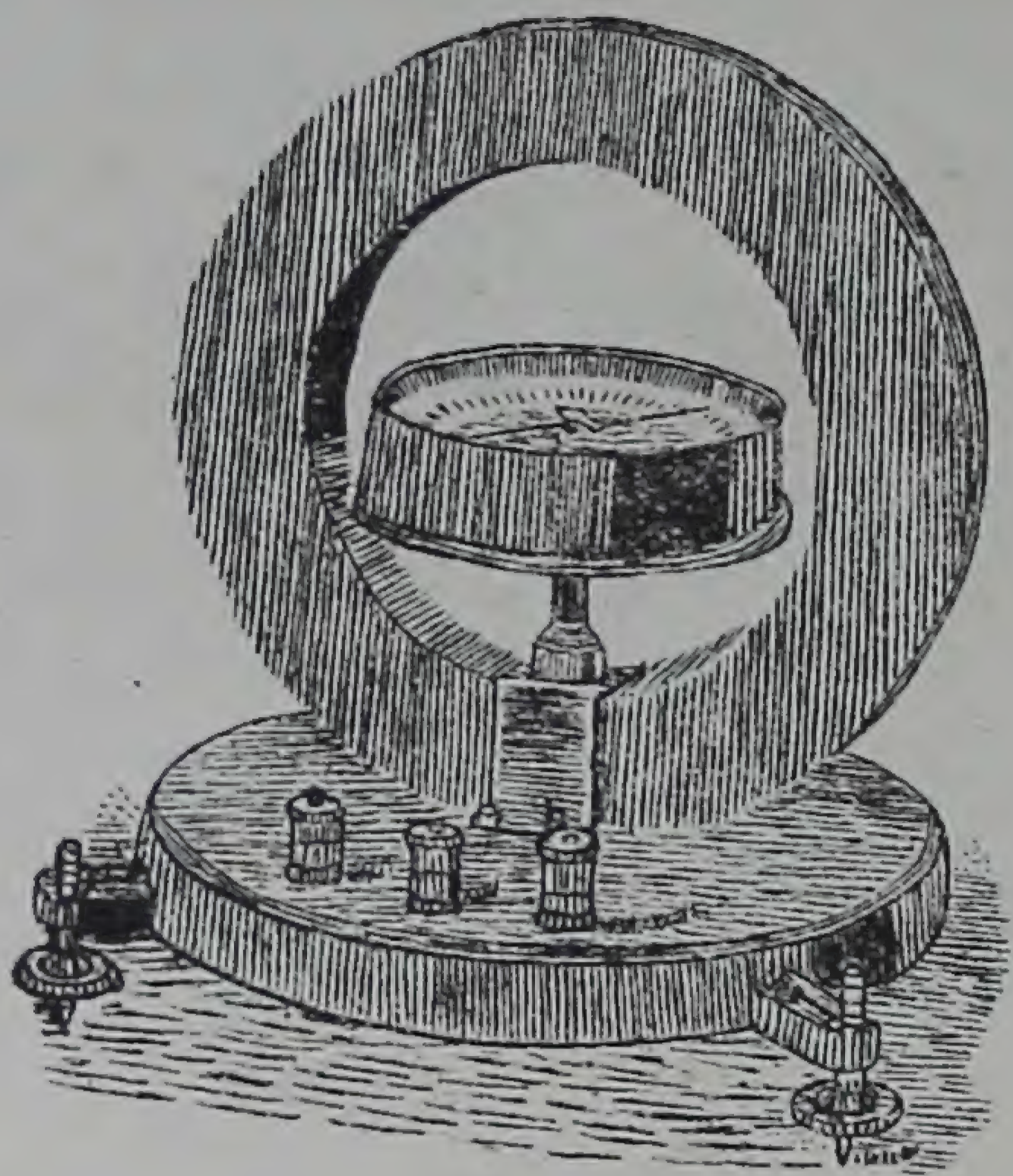
اگر (ر) اِکائیوں کی رَو (ل) سم لمبے (ص) سم نصف قطر کی قوس کی شکل کے تار پر سے بہتی ہے تو دائرے کے مرکز پر مقناطیسی میدان کی حدت

$$ح = \frac{ل ر}{ص^2}$$

مقناطیسی میدان دائرے کے مستوی پر علی القوائم ہوتا ہے، اور برقی رَو کی سمت سے اس کو وہی تعلق ہے جو دہنے کاگ پیچ کی انتقالی حرکت کی سمت کو اس کی گردش کی سمت

کے ساتھ ہے۔
اگر تار ایک مکمل دائرے کی شکل میں ہو تو ل = ۲π ص، پس

$$ح = \frac{۲\pi ص}{ص^{۲}} \times م م = \frac{۲\pi م م}{ص}$$

(ن) چکروں کے دائری لچھے کے مرکز پر حدت اسکے ن گنا بڑی ہوگی۔
سادہ شکل کے مماسی رد پیما میں ایک دائری لچھا ہوتا ہے
جس کا مستوی مقناطیسی نصف النہار سے منطبق ہوتا ہے۔ جب
لچھے کے تار پر برقی رد بہتی ہے تو اس کے مقناطیسی میدان کی

شکل (۳۳)
مماسی رد پیما

حدت نصف النہار پر علی القوائم ہوتی ہے۔ لچھے کے مرکز پر ایک
مقناطیسیت پیما رکھا جاتا ہے، جس کی سوئی لچھے کے منہدان

(ح) اور زمین کے افقی میدان (ف) دونوں کے زیر اثر وضع سکون اختیار کرتی ہے۔

چونکہ یہ قوتیں باہمدیگر علی القوائم ہیں سوئی مقناطیسی نصف النہار سے بقدر زاویہ (ذ) منصرف ہوگی جو (ح) اور (ف) کے ساتھ حسب ضابطہ ذیل مربوط ہوگا:-

$$ح = ف \text{ مس } \angle ذ$$ (ملاحظہ ہو صفحہ ۲۴)

اگر مماسی رَو پیما کے لچھے میں (ن) تار ہیں تو

$$ح = \frac{۲\pi ن \, ر}{ص}$$

$$\text{پس } \frac{۲\pi ن \, ر}{ص} = ف \text{ مس } \angle ذ$$

$$\therefore ر = \frac{ف ص}{۲\pi ن} \text{ مس } \angle ذ$$

چونکہ (ف) کی قیمت س.گ.ث کی اکائیوں میں دریافت ہوسکتی ہے، مصرحہ بالا مساوات سے برقی رو (ر) کی قیمت س.گ.ث کی اکائیوں میں برآمد ہوگی۔

بعض مماسی رَو پیما کسیقدر پیچیدہ وضع کے بنائے جاتے ہیں۔ وضع کچھ بھی ہو، ان کے لئے یہ عام ضابطہ صادق آتا ہے:

$$ح = ھ ر$$

(ھ) برقی رَو پیما کا مستقل کہلاتا ہے اور اس کی قیمت رَو پیما کی بناوٹ اور تار کے چکروں وغیرہ کے تابع ہوتی ہے۔

اگر ر = ۱ تو ھ = ح، پس رَو پیما کے مستقل

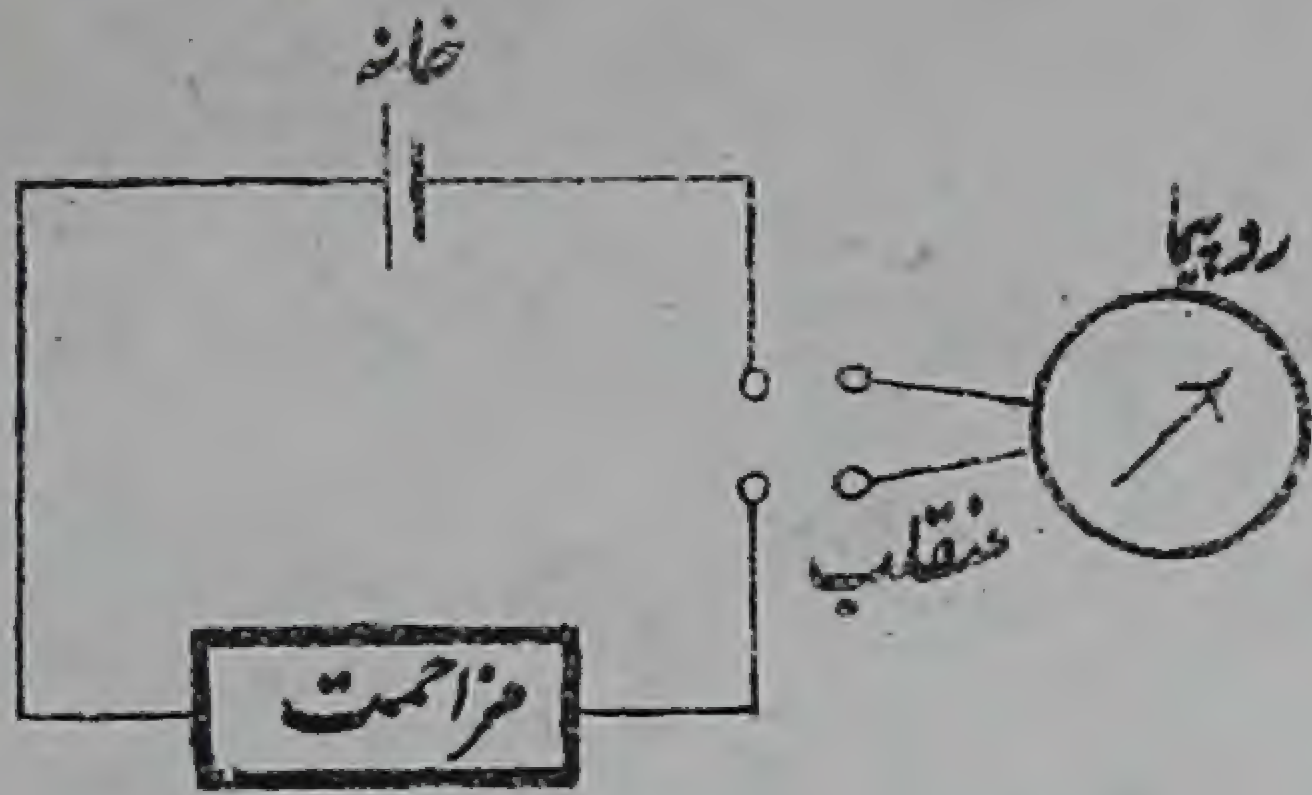
کی قیمت پچھے کے مرکز پر کے مقناطیسی میدان کی
حدت کے مساوی ہے، جبکہ اس پر سے برقی رو
کی اکائی بہتی ہے۔

لہذا ر = ف/ض مس ∠ز
یا ر = ض مس ∠ز

جہاں (ض) رو پیما کا تحویلی جزو ضربی یا مختصراً محض جزو
ضربی کہلاتا ہے۔
جس وقت ∠ز = ۴۵° تو مس ∠ز = ۱، اور ر = ض،
یعنے رو پیما کے تحویلی جزو ضربی کی عددی قیمت اس رو کے مساوی
ہے جو رو پیما کی سوئی کو بقدر ۴۵° زاویہ منصرف کرسکے۔

تجربہ (۳۷)۔ مماسی رو پیما کو مرتب کرکے برقی رو کی مطلق اکائیوں میں پیمائش۔ رو پیما کو ایسی
وضع میں رکھو کہ پچھے کے مرکز پر کے مقناطیسیت پیما کی سوئی کا نمائندہ
دائری پیمانہ کے صفر نشانوں کو ملانے والے خط پر رہے۔ اگر آلہ صحیح اصول
پر بغیر سقم کے بنایا گیا ہے تو پچھا اب ٹھیک سوئی پر آجائیگا یعنے
پچھے کا مستوی مقناطیسی نصف النہار میں واقع ہوگا۔
اندنوں بازار میں بعض ایسے مماسی رو پیما بھی ملتے ہیں، جن کا
مقناطیسیت پیما پچھے کے ساتھ جوڑا ہوا نہیں ہوتا ہے۔ ایسی صورت
میں سب سے پہلے مقناطیسیت پیما کے صفر نشانوں کے خط کو
بصحت ممکنہ پچھے کے محور پر لانا چاہئے اور دوران تجربہ اس کو
اس وضع سے ہٹنے نہ دینا چاہئے۔ اس کے بعد متذکرہ بالا عمل کیا

جائے۔

رَو پیما کی سطح کو ٹھیک کرلو تاکہ سوئی آزادانہ حرکت کرسکے۔ اور آلہ کے ایک لچھے سے ڈانیل کا ایک خانہ ملاکر (اور اگر ضرورت ہو تو کائی مزاحمت دَور میں شریک کرکے) برقی رَو چلاؤ۔ رَو اس مقدار میں ہونی چاہئے کہ

خانہ
رو پیما
منقلب
مزاحمت

شکل (۳۴)
مماسی رَو پیما کے استعمال کا طریقہ

سوئی ۳۰° اور ۵۰° کے درمیان منحرف ہوجائے۔ دَور میں ایک منقلب بھی داخل ہونا چاہئے تاکہ رَو کی سمت الٹ دی جاسکے۔ پہلے رَو ایک سمت میں جاری کی جائے اور سوئی کے دونوں سروں کے نشان پڑھ لئے جائیں اور پھر اس کی سمت کو الٹ کر مکرر سوئی کے سروں کے نشان دیکھ لئے جائیں۔ لچھے کا نصف قطر بصحت ممکنہ ناپ لیا جائے اور پھر اس کے چکروں کی تعداد گن لی جائے۔ بعد ازاں برقی رَو مطلق اکائیوں اور نیز امپیروں میں شمار کی جائے۔

نوٹ۔ منقلبوں، مزاحمتوں اور مقوموں کی تصریح کے لئے کتاب کا آخری باب جو برقی آلات کے متعلق لکھا گیا ہے ملاحظہ کیا جائے۔

فصل (۲)۔ امپیر پیما (یا مختصراً ام پیما)

اگرچہ مماسی رَو پیما کے ذریعہ برقی رَو کی مطلق قیمت کی تعیین ہوتی ہے، عملی طور پر برقی رَوؤں کی پیمائش کے لئے وہ کئی وجوہ

سے ناموزوں ہے۔ منجملہ اور وجوہ کے یہ دو بہت اہم ہیں۔
(ا) ۔ سوئی کا انصراف برقی رَو کے راست متناسب نہیں ہے۔
(ب)۔ کسی دی ہوئی برقی رَو سے جو انصراف پیدا ہوتا ہے۔
بیرونی مقناطیسی میدان کے تابع ہوتا ہے۔
اگر پیمانہ کی درجہ بندی بجائے زاویوں کی مناسبت کے زاویوں کے مماسوں کی مناسبت سے ہو تو پہلا اعتراض باقی نہیں رہتا۔ لیکن دوسرا اعتراض زیادہ سخت ہے۔ ایسا آلہ جس میں برقی رَو کی تعیین بیرونی مقناطیسی میدان کے تابع ہوتی ہے لوہے کی بڑی کمیتوں کے قریب استعمال نہیں کیا جاسکتا۔ برقی رسد کے کارخانوں وغیرہ میں جہاں ڈنامو اور دیگر برقی مشینوں کے عمل سے غایت درجہ متغیر مقناطیسی میدانوں سے کام پڑتا ہے ایسے آلات مطلق بیکار ہیں۔ ان وجوہ کے علاوہ مماسی رَو پیما کے استعمال میں ایک مزید دقت یہ ہے کہ اس کو مقناطیسی میدان کے لحاظ سے ایک خاص وضع میں رکھنا ہوتا ہے۔ کسی دوسری وضع میں رکھا نہیں جاسکتا۔
جن آلات کے ذریعہ برقی رَو کی قیمت راست امپیروں (اور امپیر کی کسروں) میں پڑھی جاتی ہے عموماً امپیر پیما یا مختصراً ام پیما کہلاتے ہیں۔ ان کا اختراع مختلف طریقوں پر ہوتا ہے۔ بعضوں کا عمل تار کے اضافۂ طول کے تابع ہوتا ہے جو برقی رَو سے گرمی پیدا ہوکر وقوع میں آتا ہے۔ اور دوسروں کا عمل دو لچھوں کے تجاذب یا باہمی تحویلی اثر کے تابع ہوتا ہے جو ان پر سے برقی رو کے گزرنے سے پیدا ہوتا ہے۔ لیکن اکثر آلات میں ایک چھوٹے لچھے پر سے برقی رو کی ایک معین کسر بہتی ہے اور لچھا دو زبردست مستقل مقناطیسوں کے قطبوں کے بیچ میں لٹکایا جاتا ہے۔ رَو کے بہنے سے

پچھا رَو کی مناسبت سے گھوم جاتا ہے۔

متحرک پچھے والا ام پیما

یہ ایک بہت مفید آلہ ہے، لیکن اس کا طریقہ عمل سمجھنے کے لئے شاید طالب علم کی موجودہ واقفیت کافی نہ ہو اگرچہ اس کا سمجھنا کسیقدر دشوار ہے اس کا استعمال نہایت آسان ہے۔ اس کا تذکرہ کتاب کے آخر میں آئیگا۔

جاذبِ آہن ام پیما

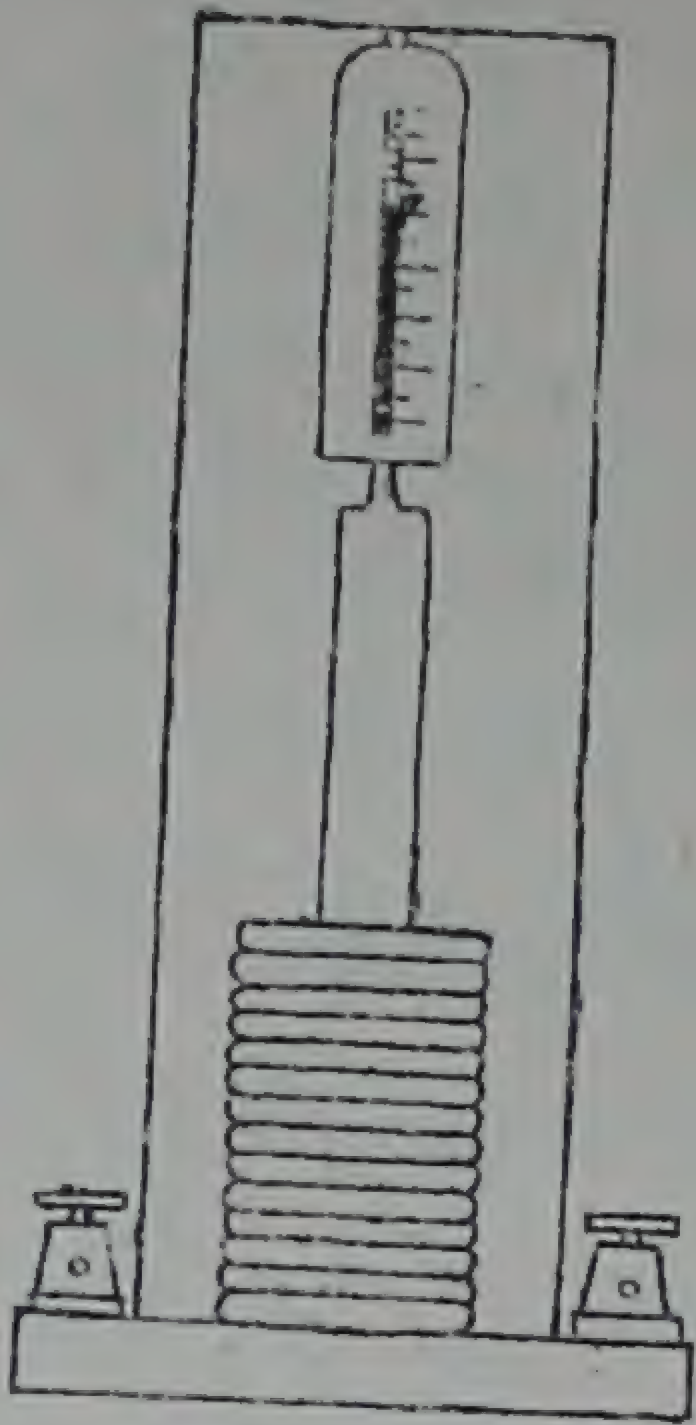
جاذبِ آہن ام پیما کا طریقہ عمل سمجھنا بہت آسان ہے۔

سہل تریں ساخت کے آلہ میں مرغولہ دار کمانی سے لوہے کی ایک سلاخ لٹکائی جاتی ہے جس کا نیچے کا سرا تار کے ایک لمبے پچھے یا پیچوں کے اندر ذراسا داخل رہتا ہے۔

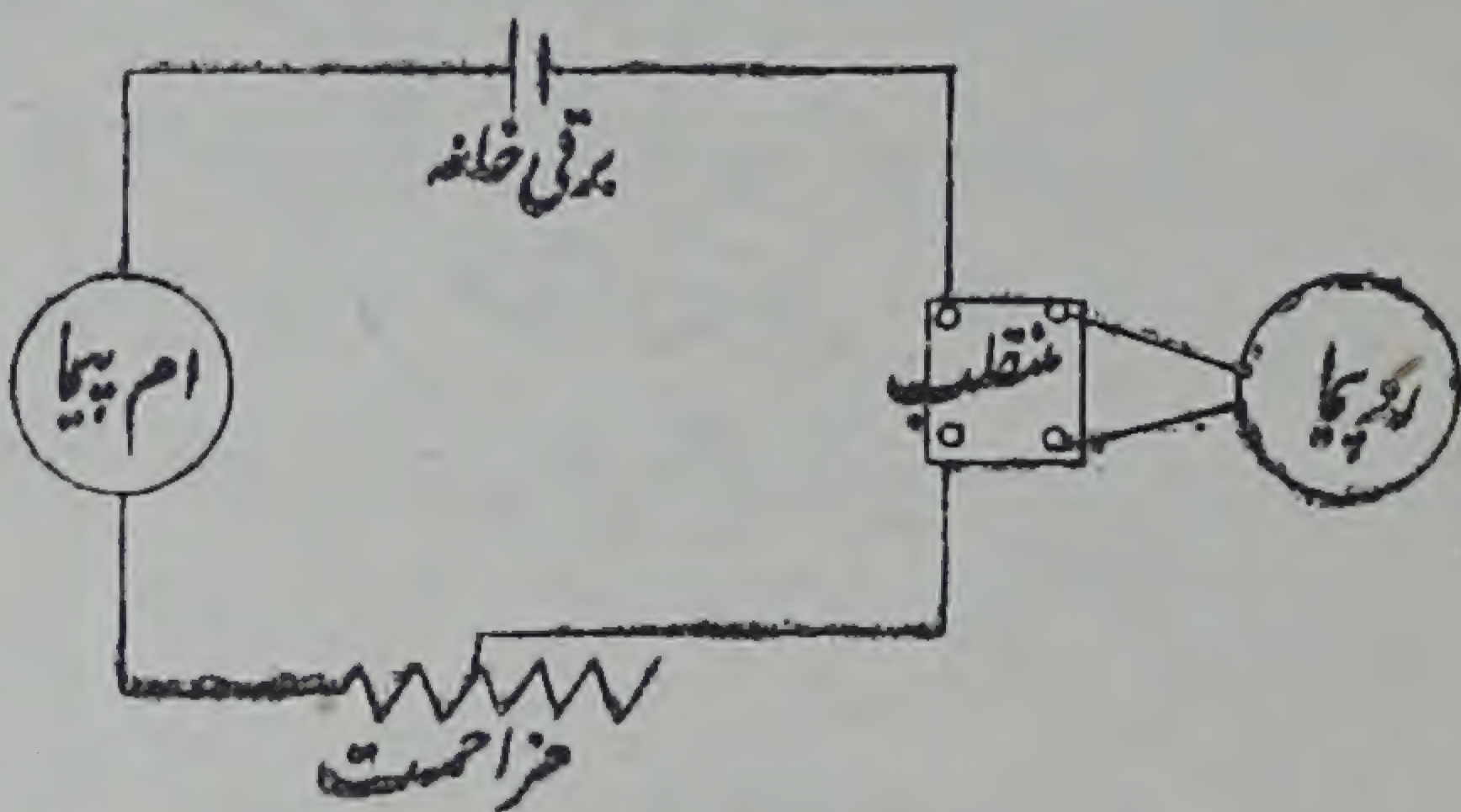
جب اس پچھے پر سے برقی رَو گزرتی ہے تو لوہے کی سلاخ مقناطیسی جاکر پچھے کے اندر کچھ فاصلہ کھنچی آتی ہے۔ یہ فاصلہ قوتِ کشش اور کمانی کی سختی کے تابع ہوتا ہے۔ یعنے سلاخ اس قدر نیچے اتر آتی ہے کہ قوت کشش اور کمانی کا مزید تناؤ دونوں مساوی ہوجاتے ہیں۔

چونکہ لوہے اور پچھے کی کشش میں برقی رَو کے ساتھ ایک مخصوص مناسبت ہوتی ہے جب کبھی ایک خاص قیمت کی رَو پچھے پر سے گزرے گی کمانی بھی ایک خاص مقدار میں کھینچی جائیگی۔ لیکن اس کشش اور برقی رَو میں تعلق اتنا پیچیدہ ہے کہ اس کے لئے کوئی عام کلیہ تجویز نہیں ہوسکتا۔

لہذا ایسے ام پیما کی کمانی کے کھچاؤ اور پچھے پر سے گزرنے والی برقی رَو میں تعلق مماسی رَو پیما کے زاویہ انصراف اور برقی رَو کے تعلق کی طرح صحیح نظری نہیں بلکہ محض قیاسی ہے - یعنے محض امتحان کے ذریعہ دریافت ہوتا ہے -

شکل (۳۵)
جاذب آہن ام پیما

تجربہ (۳۸)
جاذبِ آہن ام پیما کی

تعییر - قبل ازیں جو ہدایات بیان ہوئے ہیں ان کے بموجب مماسی رَو پیما کو ترتیب دے کر رکھو اور اس کے ساتھ ایک منقلب کنجی شریک کرکے اس کو دیئے ہوئے ام پیما کوئی کافی بڑی برقی رَو دینے والے خانہ اور مقوم کی قسم کی تغیر پذیر مزاحمت کے ساتھ شکل (۳۶) کی طرح ہم سلسلہ

شکل (۳۶)
ام پیما کی تعییر

ملائیں۔ مماسی رَو پیما کے موٹے تار کے چکر شریک دَور کئے جانے چاہئیں۔

تنبیہ۔ اس تجربہ میں معمولی مزاحمت کی بکس ہرگز استعمال نہ کی جائے۔ ورنہ برقی رَو بڑی ہونے کی وجہ سے بکس کے لچھے خراب ہوجائینگے۔

ام پیما اور برقی رَو کی تنظیم کرنے والی مزاحمت کو مماسی رَو پیما سے جسقدر دور ہٹایا جاسکتا ہے ہٹاکر رکھنا چاہئے تاکہ ان کے مقناطیسی میدانوں کا اثر اس کی سوئی پر حتی الامکان کم ہو۔ مماسی رَو پیما کے واصل تاروں کو ایک دوسرے سے ملاکر موڑ دینا چاہئے' اس سے ایک تار دوسرے کے مقناطیسی اثر کو زائل کردیگا۔ دوہرے مجوز لچکدار تار اس کام کے لئے بہت مفید ثابت ہوتے ہیں۔

جب برقی رَو دَور میں سے گزرتی ہو کمانیدار ترازو کے نمائندہ اور رَو پیما کی سوئی کے نشان پڑھ لئے جائیں۔

رَو میں بتدریج اضافہ کرکے رَو پیما کی سوئی کا انحراف تقریباً پانچ پانچ درجے بڑھایا جائے اور مصرحہ بالا مشاہدات عمل میں لائے جائیں۔

رَو پیما کے لچھے کے چکر گن لئے جائیں۔ (اس تجربہ میں عموماً دو یا ایک ہی چکر استعمال ہوتے ہیں۔) اور لچھے کا نصف قطر ناپ لیا جائے۔ مقناطیسیت کے تجربوں میں زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت (ف) معلوم کرلی گئی ہوگی۔ حیدرآباد میں اس کی قیمت ۳۶ء۰ لیجاسکتی ہے۔

برقی رَو مطلق اکائیوں میں

$$ما = \frac{ص ف}{۲ \pi ن} \text{ مس } ذ$$

(ملاحظہ ہو صفحہ ۱۱۴)

اور امپیروں میں س (امپیر) = $\frac{۵ ص ف}{\pi ن}$ مس ذ ہے

اِس ضابطہ کے ذریعہ قیمتیں شمار کرکے نتائج جدول کی شکل میں مصرحہ ذیل عنوانوں کے تحت لکھے جائیں :-

ام پیما پر نشان	زاویہ ذ	مس ذ	س (امپیروں میں)

ام پیما کے نشانوں کو مقطوعے اور برقی روؤں کو معیّن مان کر منحنی بناؤ۔ جب کبھی ضرورت ہوگی اس کے ذریعہ ام پیما کے نشانوں کی، امپیروں میں تحویل ہوسکیگی۔

تجربہ (۳۹)۔ درجہ دار ام پیما کے نشانوں کی صحت کے لئے تعیّر۔

۲ اولٹ کے ذخیرہ خانہ کے ساتھ ایک تغیّر پذیر مزاحمت، ام پیما اور مماسی رَو پیما کو ہم سلسلہ جوڑ دو۔ مندرجہ ذیل ہدایات پر عمل کرو :-

(۱)۔ رَو پیما کا سب سے کم چکروں کا لچھا (ایک یا دو موٹے تار کا) شریک دَور کیا جانا چاہئے۔

(۲)۔ ایک منقلب بھی دَور میں داخل رہے تا کہ رَو پیما میں (نہ کہ ام پیما میں) رَو کی سمت حسب ضرورت الٹ دی جاسکے۔ صفر کے دونوں جانب کے نشان پڑھے جانے چاہئیں۔

(ا)۔ ۳ یا ۵ امپیروں تک کا درجہ دار ام پیما

(ذ)۔ ۵ سے ۷ اوم تک کی مزاحمت

(ذ)۔ ۲ اولٹ کا ذخیرہ خانہ
(م)۔ مماسی رو پیما
(ق)۔ منقلب کنجی

(۳)۔ یاد رہے کہ ذخیرہ خانہ کا مثبت (+) ام پیما کے مثبت (+) سرے سے ملایا جائے۔
(اگر ام پیما گرم تار کا آلہ ہے تو کوئی بھی سرا ملایا جاسکتا ہے۔)
(۴)۔ چونکہ اکثر ام پیماؤں میں مستقل طاقتور مقناطیس ہوتا ہے اس کو مماسی رو پیما سے حتی الامکان دور رکھنا ضروری ہے۔
(۵)۔ منقلب کنجی سے ام پیما تک دوہرے تار استعمال ہونے چاہئیں۔ اگر یہ موجود نہ ہوں تو سروں سے جو تار ملائے جائیں ان کو ایک دوسرے پر مڑوڑ دیا جائے۔ ورنہ ان تاروں میں سے گزرنے والی رو کے مقناطیسی میدان سے رو پیما کی سوئی کے انصراف پر اثر پڑیگا۔

مزاحمت میں بالترتیب تبدیلی پیدا کرکے ام پیما اور مماسی رو پیما کے نشانوں کو سلسلہ وار نوٹ کرلیا جائے۔
مزاحمت کی تبدیلی اس طرح ترتیب دی جائے کہ تقریباً نصف نصف امپیر کا فرق پیدا ہوتا جائے۔
ڈنڈی کمپاس کے ذریعہ مماسی رو پیما کے لچھے کا قطر ناپا جائے۔ پھر رو پیما کا مستقل (ھ) اور نیز اس کا تحویلی جزو ضربی (ض) شمار کرلئے جائیں۔

$$ھ = \frac{۲\pi ن}{ص}$$

$$ض = \frac{ف}{ھ} = \frac{ص ف}{۲\pi ن}$$

اس سے رو پیما پر سے گزرنے والی رو کی قیمت مطلق

اکائیوں میں شمار کی جائے اور بعد ازاں امپیروں میں اس کی تحویل عمل میں آئے۔

برقی رو ر = $\frac{\text{ص ف}}{\text{۲} \pi \text{ ن}}$ مس ذ برقی مقناطیسی مطلق اکائیوں میں۔
اور ایک مطلق برقی مقناطیسی رو کی اکائی ۱۰ امپیروں کے مساوی ہے

مشاہدات کی جدول اس طور پر بنائی جائے :-

ام پیما کے نشان (ر۱) فرضی امپیروں میں	مماسی رو پیما سے متعلق مشاہدات				ر۱ / ر
	انحراف ذ	مس ذ	ر (مطلق اکائیوں میں)	ر (امپیروں میں)	

تجربہ کے نتائج پر بحث

ام پیما کی خطائیں دو قسم کی ہوتی ہیں :-
(۱) اگر جدول کے آخری خانہ میں (ر۱) اور (ر) کی نسبت مستقل ہو تو آلہ پر جو نشان بنائے گئے ہیں اگر برقی رو کی ٹھیک قیمت نہیں بتاتے ہیں تو کم از کم برقی رو ان کے متناسب ضرور ہے۔ پس اس کی خطاء بھی متناسب ہے۔ رو کی صحیح قیمت آلہ کی مظہرہ قیمت کو ایک مستقل جزو ضربی سے ضرب دینے سے برآمد ہوگی مظہرہ قیمت آلہ کے پیمانہ پر خواہ کچھ ہی ہو۔
اس تصحیح کے جزو ضربی کی تعیین کے لئے ($\frac{\text{ر}}{\text{ر۱}}$) کی تقریبی مساوی قیمتوں کا اوسط شمار کر لیا جائے۔ اس کا متکافی تصحیح کا جزو ضربی ہوگا۔ کیونکہ اب رو کی مظہرہ قیمت (ر۱) اس کی حقیقی قیمت (ر) کے برابر ہو جاتی ہے۔

(۲) - اگر ($\frac{۱}{ر}$) کی قیمتیں اندرون حد خطائے تجربہ مستقل نہ ہوں تو خطاؤں کی تصیح کے لئے ایک ایسی جدول تیار کرلی جائے :-

ام پیما کا مظہرہ نشان (۲)	صحیح قیمت برقی رَو (ر)	تصیح (ر - ۲)

اس کی مدد سے ایک تصیحی منحنی کھینچا جائے جس میں (ر - ۲) معیّن ہوں اور (۲) مقطوعے - آلہ کے کسی بھی مظہرہ نشان پر معیّن کی قیمت **اضافہ** کرنے سے برقی رَو کی صحیح قیمت برآمد ہوتی ہے -

ام پیما میں اگر خطائے صفر ہو تو اس کو بھی منحنی میں شریک کرلیا جانا چاہئے -

تنبیہ - صورت (۱) میں برقی رَو کی قیمت (ر) زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی مفروضہ قیمت (ف) کے ذریعہ سے شمار کی جاتی ہے - اگر ($\frac{۱}{ر}$) مساوات کی نسبت نہ ہو یعنے (۲) اور (ر) مساوی نہ ہوں تو اختلاف میدان (ف) کی مفروضہ قیمت میں خطاء ہونے کی وجہ سے پیدا ہوا ہوگا - زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف) کی قیمت وہی لی جانی چاہئے جو ٹھیک رَو پیما کے رکھنے کے مقام پر دریافت ہوی ہو - اگر پہلے سے اس کی صحیح تعیین نہ ہوئی ہو تو مکرر کرلی جائے اور (ر) کی قیمتیں از سر نو شمار کی جائیں، قبل اس کے کہ ام پیما کے نشانات

کو غلط قرار دیا جائے۔

فصل (۳)۔ اوم کا کلیّہ

اوم کا کلیّہ (۱۸۲۷ء) اس امر کی تلقین کرتا ہے کہ خطّی موصل پر سے جب برقی رو بہتی ہے تو اس کے کسی دو نقطوں کے درمیانی تفادت قوّہ (ت) کو موصل کی برقی رو (ر) کے ساتھ مستقل نسبت ہوتی ہے۔ یعنے (ت) کو (ر) سے جو نسبت ہوتی ہے صرف موصل کی شکل، اس کے ابعاد اور طبیعی حالت کے تابع ہوتی ہے۔ اس مستقل نسبت کو موصل کی مزاحمت کہتے ہیں۔ پس

$$\frac{ت}{ر} = ز$$

اگر (ت) اور (ر) نظام س۔گ۔ث کی برقی مقناطیسی اکائیوں میں ناپے جائیں تو (ز) بھی اسی نظام کی اکائیوں میں ناپی جائیگی۔ عملی اکائیوں میں اگر پیمائش ہو تو تفادت قوّہ (ت) او ولٹ ہوگا برقی رو (ر) امپیر اور مزاحمت (ز) اوم۔ واضح ہو کہ ایک اوم = 10^9 س۔گ۔ث کی اکائیاں۔ عملی پیمائش کی غرض سے **بین الاقوامی اوم** سے مراد صفر درجہ مئی پر ۱۴،۴۵۲۱ گرام کمیت، مستقل تراش عمودی اور ۱۰۶،۳۰۰ سنتی میٹر طول کے پارے کے اسطوانے کی مزاحمت ہے۔

مزاحمت کے متکافی یعنے $\frac{1}{مزاحمت}$ کو موصلیت کہتے ہیں۔

اوم کا کلیہ پورے برقی دَور پر بھی حاوی ہوتا ہے، اگر (ت)

سارے دَور کا محرکہ برق (م ب) قرار دیا جائے اور (ز) اسکی مجموعی مزاحمت۔

پس پورے دَور پر سے گزرنے والی برقی رَو کے لئے

$$ر = \frac{ت}{ز}$$

دَور کے ہر مقام پر رَو کی قیمت ایک ہی ہے۔ اور اُس کی پیمائش کے لئے مماسی رَو پیما کو دَور میں کہیں بھی شامل کرسکتے ہیں۔ ایسی صورت میں

برقی رَو (ر) = ض مس ∠ع

یہاں (ض) رو پیما کا **تحویلی جزو ضربی** یا بطور اختصار محض **جزو ضربی** کہلاتا ہے۔

(ر) کی ان دونوں مساواتوں کو ملانے سے

$$\frac{ت}{ز} = ض \text{ مس } \angle ع$$

یا $$\frac{ت}{ض} = ز \text{ مس } \angle ع$$

پس اگر برقی دَور کا محرکہ برق (ت) مستقل رہے تو (ز مس ∠ع) بھی مستقل ہونا چاہئے۔

تجربہ (۴۰)۔ اوم کے کلیہ اور مماسی رَو پیما کے کلیہ کی توضیح کے لئے تجربہ۔ رَو پیما کیساتھ ایک دو اولٹ کا ذخیرہ خانہ، مزاحمت کی بکس اور کنجی کو ہم سلسلہ جوڑ دو۔ چونکہ ذخیرہ خانہ کی اندرونی مزاحمت کم ہوتی ہے، اور بڑی مقدار میں برقی رَو گزرنے سے مزاحمت کے لچھوں کو ضرر پہنچتا ہے اسلئے کم از کم ۳۰ اوم کی مزاحمت دَور میں شامل رکھنی چاہئے۔

یعنے (ذ) ۳۰ اوم سے کم نہونا چاہئے۔ بعض اوقات مماسی رَو پیما کی ٹیکن پر، ایک جانب تار باندھنے کے کئی سرے مہیا ہوتے ہیں۔ اس تجربہ میں ضرورت اسبات کی ہوگی کہ سب سے زیادہ تعداد کے چکروں سے ملانیوالے سرے استعمال کئے جائیں تاکہ برقی رَو مماسی رَو پیما کے تمام چکروں پر سے گزرے۔ مزاحمت کی بکس کی پوری مزاحمت دَور میں شامل کرکے تجربہ شروع کیا جائے۔ واضح ہو کہ جب بکس میں سے کوئی ڈاٹ نکال لیا جاتا ہے اس کی متعلقہ مزاحمت دَور میں شریک کی جاتی ہے۔ سب ڈاٹوں کو نکال لینے سے بکس کی پوری مزاحمت شریک دَور کرلی جائیگی۔ دیکھو مماسی رَو پیما کا زاویہ انصراف کیا ہے، پہلے جبکہ برقی رَو ایک سمت میں بہتی ہے اور پھر اس کے مخالف سمت میں۔ دونوں انصرافوں کا اوسط صحیح زاویہ انصراف تصور کیا جاسکتا ہے اس طرح بتدریج مجموعی مزاحمت کو گھٹا کر (مثلاً بالترتیب ۲۱۰، ۱۹۰، ۱۷۰، ۱۵۰، ۱۳۰، ۱۱۰، ۹۰، ۷۰، ۵۰ اور ۳۰ اوم شریک دَور کرکے) انصرافوں کا سلسلہ جدول کی شکل میں ترتیب دیا جائے:۔

(ذ) اوم	انصراف ∠ ع	مس ∠ ع	(ذ) مس ∠ ع

اگر (ذ) مس ∠ ع مستقل ہے تو مزاحمت (ذ) تمناسب ہوگی مم ∠ ع کی۔ ایک ترسیم بناؤ جس کے مقطوعے مزاحمت ہوں اور معیّن مم ∠ ع۔ ترسیم خطِ مستقیم کی شکل میں آنی چاہئے۔

جدول کے آخری خانہ کے عدد مستقل برآمد ہونے کی وجہ

یہ ہے کہ برقی رَو پر یہ دو کلیے حاوی ہیں :-

ر = ض مس ∠ ع اور ر = ت / ذ

واضح ہو کہ مندرجہ بالا بحث میں فرض کر لیا گیا ہے کہ بکس کی مزاحمت (ذ) دَور کی مجموعی مزاحمت ہے - یعنے رَو پیما اور مورچہ کی مزاحمتیں ناقابل لحاظ ہیں - اگر یہ مفروضہ صحیح نہ ہو تو ان مزاحمتوں کے لئے ایک مزاحمت (لا) قرار دیجاسکتی ہے اور اس کو بکس کی مزاحمت (ذ) کے ساتھ شریک کرکے جدول میں ایک اور خانہ (ذ + لا) مس ∠ ع کے عنوان سے اضافہ کیا جاسکتا ہے - (لا) کی قیمت معلوم ہو تو (ذ + لا) مس ∠ ع محض (ذ) مس ∠ ع کی بہ نسبت زیادہ مستقل ثابت ہوگا -

[اگر (لا) کی قیمت پیشتر سے معلوم نہ ہو تو اس کی تقریبی قیمت اسطرح معلوم کرلی جاسکتی ہے -

فرض کرو سب سے پہلی جو مزاحمت بکس میں سے اخذ کی گئی (ذ۱) ہے اور سب سے آخری (ذ۲) - اگر ان صورتوں میں رَو پیما کی سوئی کے انصراف کے زاویئے بالترتیب ع۱ اور ع۲ مشاہدہ ہوں تو چونکہ ہمیں معلوم ہے کہ

(ذ۱ + لا) مس ∠ ع۱ = (ذ۲ + لا) مس ∠ ع۲

پس لا = (ذ۲ مس ∠ ع۲ - ذ۱ مس ∠ ع۱) / (مس ∠ ع۱ - مس ∠ ع۲)

اب (لا) کی اس قیمت سے ہر مشاہدہ کے لئے آخری خانہ کا جملہ

(ذ + لا) مس ∠ ع شمار کر لیا جاسکتا ہے -

اگر (ذ) مس ∠ ع کی تعیین صحت کے ساتھ ہو تو اس کی قیمتوں کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ جوں جوں (ذ) کی قیمت بڑھتی جائیگی (ذ)

س ے ع مجموعی حیثیت سے بتدریج بڑھتا جائیگا - اس کی وجہ یہ ہے کہ مجموعی مزاحمت کے بڑھنے سے (لا) کی اضافی اہمیت گھٹتی جاتی ہے پس جب (ذ) بہت بڑھ جاتی ہے تو (ذ) س ے ع بڑھتے بڑھتے حقیقی مستقل (ذ + لا) س ے ع کے قریب پہنچ جاتا ہے۔ ترتیبی یا نظامی خطا کی یہ ایک عمدہ مثال ہے -

جب کبھی کسی مقدار میں جو مستقل رہنی چاہئیے مستقل کے ایک جزو کے بتدریج بدلنے سے باقاعدہ زیادتی یا کمی پائی جاتی ہے تو تجربہ یا اس کے عمل میں متذکرہ بالا نوعیت کی کوئی نظامی خطا کا احتمال ہوتا ہے اسلئے اس کی تلاش کیجانی چاہئیے -]

مزاحمت کی تعیین تبادلہ کے طریقہ سے

اگر مزاحمت کی بکس جس میں معلوم مزاحمت کے، ہم سلسلہ ترتیب دئے ہوئے متعدد لچھے ہوتے ہیں مل سکے تو اس کے ذریعہ ایک آسان طریقہ پر کسی غیر معلوم مزاحمت کی قیمت کی تعیین ہوسکتی ہے۔اس کو طریقہ تبادلہ کہتے ہیں۔ مستقل م ب کے خانہ یا مورچہ سے برقی رَو لیکر اس غیر معلوم مزاحمت اور رَو پیما پر سے بہائی جاتی ہے، اور رَو پیما کا زاویہ انصراف دیکھ لیا جاتا ہے -

اس تجربہ کے لئے کسی بھی نوعیت کا رَو پیما استعمال ہوسکتا ہے، بشرطیکہ دی ہوئی مزاحمت اور موجودہ محرکہ برق کے ساتھ اس کا انصراف مناسب بڑا ہو - اگر انصراف بہت زیادہ ہے تو رَو پیما کو " شنٹ " استعمال کرکے، یعنے اس کے سروں کو ایک موصل مثلاً پلاٹینائیڈ تار کے ایک ٹکڑے سے ملاکر، تاکہ مجموعی رَو کی صرف ایک معیّن کسر رَو پیما پر سے گذرے، انصراف

گھٹا دیا جاسکتا ہے ۔ اس تجربہ کے لئے عموماً مماسی رَو پیما اچھا کام دے سکتا ہے ۔

پھر بجائے غیر معلوم مزاحمت کے مزاحمت کی بکس میں سے ضروری مزاحمتیں لیکر شریک دور کیجاتی ہیں یہاں تک کہ رَو پیما کا انصراف ٹھیک وہی ہوتا ہے جو پہلے تھا ۔ پس ظاہر ہے کہ دوران تجربہ اگر مورچہ یا خانہ کا محرکہ برق مستقل رہا ہو تو بکس میں سے جو مزاحمتیں نکالی گئی ہیں ان کا مجموعہ دی ہوئی مزاحمت کے مساوی ہے ۔

تجربہ (۱۴) ۔ تبادلہ کے طریقہ سے مزاحمت کی تعیین

کی تعیین ۔ ایک خانہ (خ)، رَو پیما (م) اور دی ہوئی مزاحمت (ذ) کو جس کی تعیین مطلوب ہے، ہم سلسلہ جوڑ دو ۔ اگر رَو پیما مماسی ہے تو اس کو منقلب (ق) کے ساتھ، حسب ہدایات مندرجہ صفحہ (۱۱۶) اس طرح ترتیب دو کہ برقی رَو اس کے تمام چکروں پر سے گزرے ۔ اگر اس کے تمام چکروں پر سے رَو کا بہنا ممکن نہ ہو تو سب سے زیادہ چکروں کا اچھا استعمال ہونا چاہئے ۔

خانہ (خ) ڈانیل کا ہوسکتا ہے اس لئے کہ اس کا م ب مستقل رہتا ہے ۔ ذخیرہ خانہ بھی استعمال کرسکتے ہیں، لیکن چونکہ اس کی اندرونی مزاحمت بہت قلیل ہوتی ہے اس تجربہ کے دوسرے حصّہ میں، جبکہ دی ہوئی مزاحمت کو نکال کر مزاحمت کی بکس کی مزاحمتیں شریک کی جاتی ہیں، نہایت احتیاط برتنی چاہئے ۔

دی ہوئی غیر معلوم مزاحمت کو شریک دَور کرکے رَو پیما کا انصراف ناپ لیا جائے ۔ مشاہدہ میں ضرور ہوگا سوئی یا

نمائندہ کے دونوں سروں کے نشان دیکھ لئے جائیں۔ ایک مرتبہ رَو دَور پر سے ایک سمت میں چلائی جائے اور پھر منقلب کے ذریعہ، مخالف سمت میں۔

اب مزاحمت کی بکس میں سے تمام ڈاٹ نکال لئے جائیں تاکہ اعظم مزاحمت مہیا ہوسکے۔ پھر ان کو گھٹا کر اس حد تک لایا جائے کہ رو پیما کا اوسط انصراف پیشتر کے اوسط کے مساوی ہو۔ کسی صورت میں بھی مجموعی مزاحمت ۳۰ اوم سے کم نہونی چاہئے۔ بکس میں سے جو جو ڈاٹ نکال لئے گئے ہوں ان کے متعلقہ عدد پڑھ لئے جائیں۔ ان عددوں کا حاصلِ جمع دی ہوئی مزاحمت کے مساوی ہوگا۔

تبادلہ کے طریقہ سے مزاحمت کی تعیین کے متعلق نوٹ۔ اس تجربہ کے ذریعہ جواب چنداں صحت کے ساتھ برآمد نہیں ہوتا ہے۔ یہ ایسا تجربہ ہے جسکی صحت محض انصرافوں کے مشاہدے کی صحت کے تابع ہوتی ہے۔ لہذا وہ اسی درجہ تک غیر صحیح ہے جس درجہ تک انصرافوں کی قیمت کا پڑھ کر معلوم کرلینا غیر صحیح ہے۔ یعنے اس میں ۲ یا ۳ فیصد خطا پیش آتی ہے۔

معہذا مزاحمت کی بکس میں سے جو مزاحمت نکال کر ترتیب دیجاتی ہے صرف پورے ایک ایک اوم (یا اگر "اعشاری" اوموں کی بکس استعمال ہوتو ۰۱، اوم) کے تفاوت سے بڑھائی گھٹائی جاسکتی ہے۔ پس الا ان شاذ صورتوں کے جبکہ زیر دریافت مزاحمت کی قیمت اوموں میں کوئی

صحیح عدد یا اس کا ٹھیک دسواں حصہ نہ ہو معادلی مزاحمت کبھی ٹھیک صحت کے ساتھ مرتب نہیں ہوسکتی۔

علاوہ بریں مزاحمت کے جن حدود کے اندر یہ طریقہ موزوں ہوتا ہے زیادہ تر اس کا انحصار رَو پیما پر ہوتا ہے جو تجربہ میں استعمال ہوتا ہے۔ ۳۰ سے ۷۰ اوم تک کی مزاحمتوں کے لئے معمولی مماسی رَو پیما مفید ہوسکتا ہے۔ ۷۰ سے متجاوز مزاحمتوں کے لئے زیادہ حسّاس نوعیت کا رَو پیما استعمال ہونا چاہئے۔ چھوٹی مزاحمتوں کے لئے یہ طریقہ بالکلیہ غیر موزوں ہے۔

اس کی آزمائش کے لئے کہ آیا دی ہوئی غیر معلوم مزاحمت اس مقدار کی ہے کہ متذکرہ بالا طریقہ سے اس کی تعیین ہوسکے، صرف ایک ذریعہ ہے، وہ یہ کہ اس مزاحمت کو معمل کے سب سے کم حسّاس رَو پیما کے ساتھ ملایا جائے۔ اگر انحراف بالفرض ۵° یا اس کے قریب ہو تو طریقہ محولہ بالا استعمال ہوسکتا ہے لیکن ایک زیادہ حسّاس رَو پیما کو کام میں لانا چاہئے۔ اگر انحراف ۱۰° سے ۷۰° تک ہو تو پہلے رَو پیما ہی سے کام لیا جاسکتا ہے۔ اگر انحراف غیر حسّاس رَو پیما کے ساتھ ۷۰° سے زائد پایا جائے تو اس مزاحمت کے لئے یہ طریقہ غیر موزوں ہوگا۔ کوئی اور طریقہ (مثلاً وہیٹسٹون کے جسر کا) استعمال ہونا چاہئے۔

ہم سلسلہ اور ہمتوازی مزاحمتیں

اگر ذ۱، ذ۲، ذ۳، وغیرہ مزاحمتیں ہم سلسلہ ملائی جائیں تو ان کی معادلی مزاحمت (ذ) ان تمام مزاحمتوں کا مجموعہ ہوتی ہے۔ لیکن جب یہ مزاحمتیں ہمتوازی ملائی جاتی ہیں ان کی معادلی مزاحمت ان مزاحمتوں میں سے ہر ایک سے چھوٹی ہوتی ہے۔ البتہ ان کی معادلی موصلیت اس صورت میں

دی ہوئی مزاحمتوں کی موصلیتوں کے مساوی ہے - یعنے

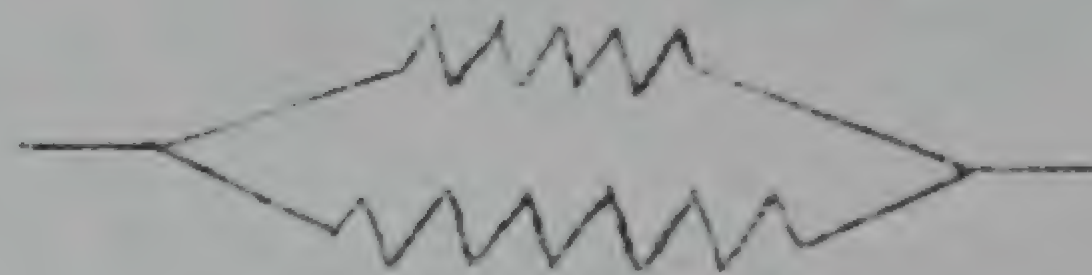
ہمسلسلہ مزاحمتوں کے لئے

ز = ز۱ + ز۲ + ز۳ + وغیرہ

ہمتوازی مزاحمتوں کے لئے

$\frac{1}{ز} = \frac{1}{ز_1} + \frac{1}{ز_2} + \frac{1}{ز_3}$ + وغیرہ

ہمسلسلہ مزاحمتیں

ہمتوازی مزاحمتیں

شکل (۳۷)
ہمسلسلہ و ہمتوازی مزاحمتیں

تجربہ (۴۲) - ہمسلسلہ اور ہمتوازی مزاحمتوں کے متعلق ایک تجربہ - 'تبادلہ' کے طریقہ سے دو علیحدہ مزاحمتوں ز۱ ، ز۲ کی قیمتیں معلوم کر لو - پھر ان کو باہمدیگر ہمسلسلہ ملاؤ اور ان کی حاصل مزاحمت (ز) اسی 'تبادلہ' کے طریقہ کے ذریعہ ناپ لو - اس کی تصدیق ہو جائیگی کہ ز = ز۱ + ز۲

بعد ازاں ان مزاحمتوں کو ہمتوازی ملاؤ اور ان کی معادلی مزاحمت (ز) اسی طریقہ سے دریافت کرو -

دوسرے ضابطہ $\frac{1}{ذ} = \frac{1}{ذ_1} + \frac{1}{ذ_2}$ کی تصدیق ہوجائیگی۔

رو پیما کے شنٹ یا عاطفِ رو

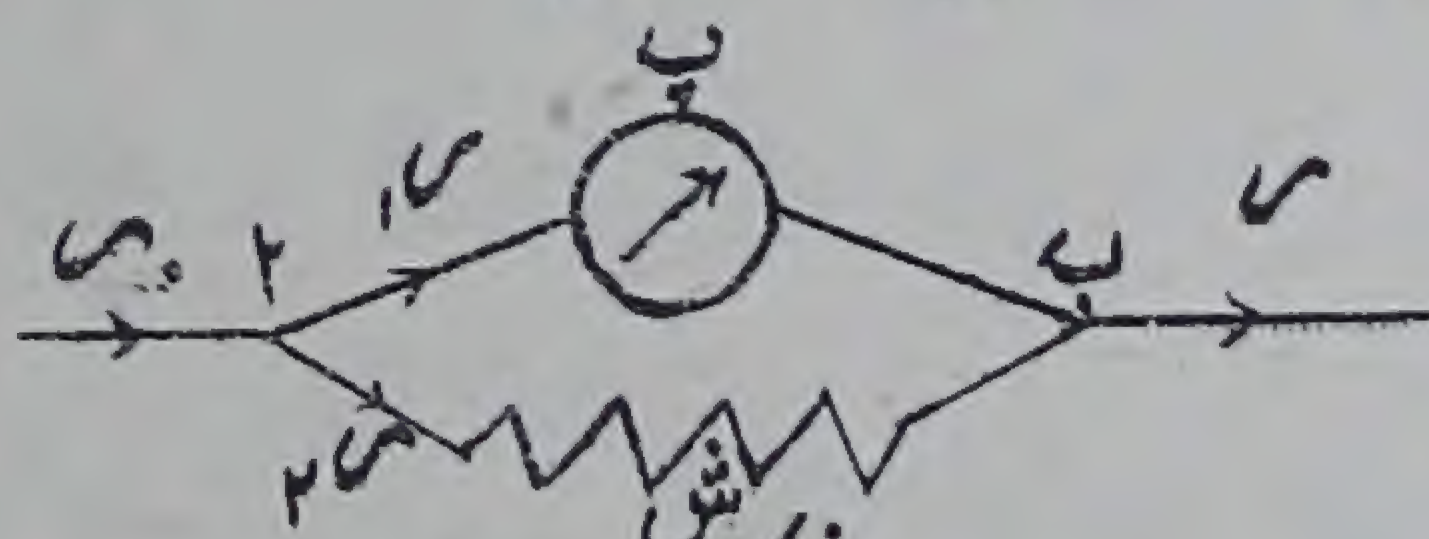
جب (ش) اوم کی مزاحمت (پ) اوم مزاحمت کے رو پیما کے ساتھ ہمتوازی ترتیب دی جاتی ہے (یعنے بطور شنٹ (عاطف) استعمال ہوتی ہے) تو علی العموم رو پیما میں سے گزرنے والی رو میں انحطاط واقع ہوتا ہے۔ لیکن جب رو پیما کے سروں پر مستقل تفاوت توہ (ت ق) عمل کرتا ہے تو رو پیما کو شنٹ کرنے سے اس میں سے گزرنے والی رو پر کچھ اثر نہیں ہوتا۔

اکثر یہ فرض کیا جاتا ہے کہ شنٹ کے استعمال سے دور پر سے گزرنے والی مجموعی رو تبدیل نہیں ہوتی ہے۔ اگر رو پیما کی مزاحمت کے مقابلہ میں بقیہ دور کی مزاحمت زیادہ ہو تو عملاً یہ مفروضہ صحیح ہوسکتا ہے۔

اگر $ر$ = مجموعی رو جو دور پر سے گزرتی ہے۔

$ر_1$ = رو جو رو پیما پر سے گزرتی ہے۔

$ر_2$ = رو جو شنٹ پر سے جاتی ہے۔

تو $ر = ر_1 + ر_2$

شکل ۳۸
رو پیما کے شنٹ کا اصول

فرض کرو (ت) = تفاوت قوہ (ا) اور (ب) کے درمیان ۔ کلیہ اوہم سے

$$\text{ت} = \text{ر}_1\,\text{پ} = \text{ر}_2\,\text{ش}$$

پس $$\frac{\text{ر}_2}{\text{ر}_1} = \frac{\text{پ}}{\text{ش}}$$

لہذا $$\frac{\text{ر}_2}{\text{ر}_1} + 1 = \frac{\text{پ}}{\text{ش}} + 1$$

یعنی $$\frac{\text{ر}_2 + \text{ر}_1}{\text{ر}_1} = \frac{\text{پ} + \text{ش}}{\text{ش}} = \frac{\text{ر}}{\text{ر}_1}$$

پس اگر نسبت $\frac{\text{ر}}{\text{ر}_1}$ معلوم ہو تو شنٹ کی مزاحمت (ش) کی رقموں میں رَو پیما کی مزاحمت کی قیمت (پ) دریافت ہوسکتی ہے ۔

اگر مماسی رَو پیما کے ساتھ تجربہ کیا جائے تو برقی رو ر = ض مس عہ جہاں (ض) رَو پیما کا تحویلی جزو ضربی ہے اور (عہ) اس کا زاویہ انصراف ہے جو برقی رو (ر) کے گزرنے سے پیدا ہوا ۔

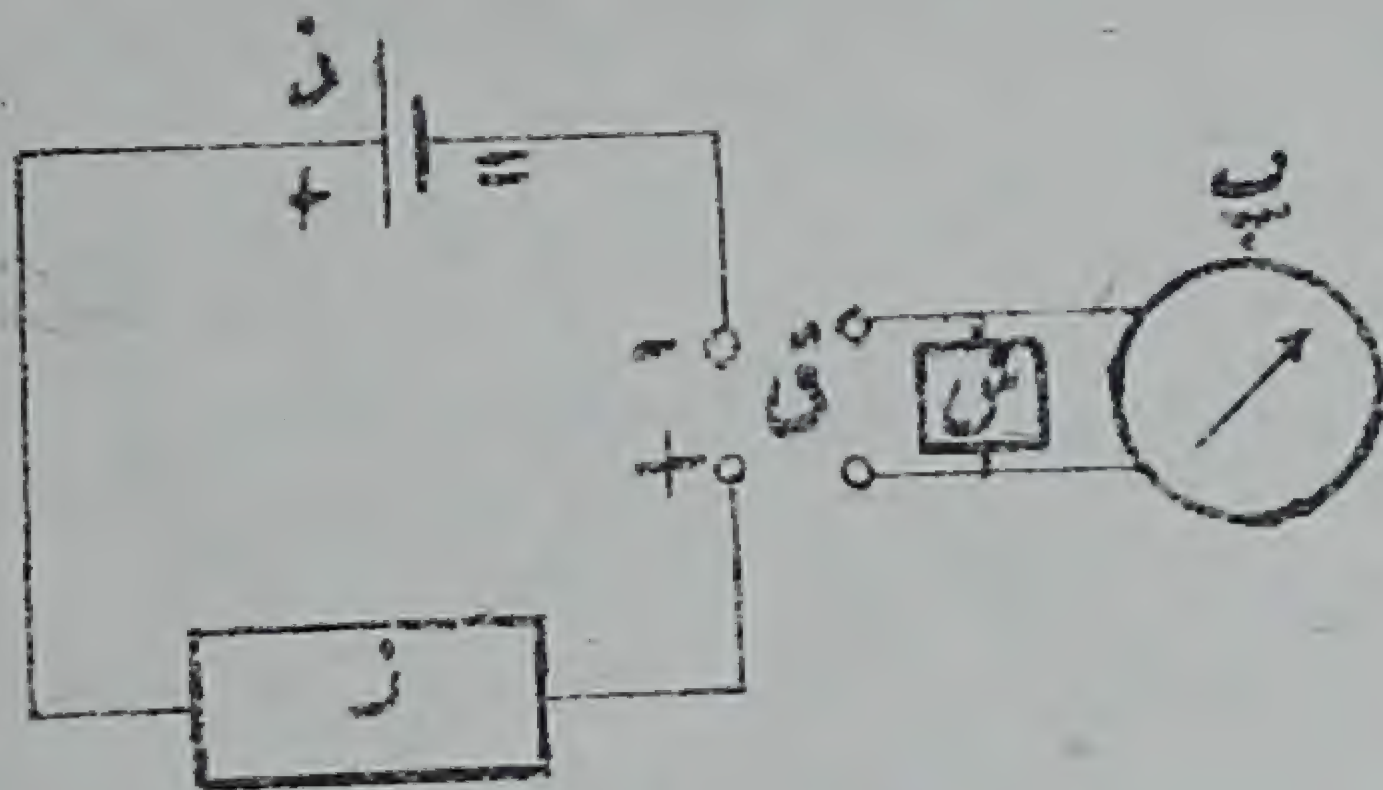
"شنٹ" سے پہلے جو انصراف ہوتا ہے اس کو (عہ) اور بعد کے انصراف کو (عہ۱) قرار دینے سے

$$\frac{\text{ر}}{\text{ر}_1} = \frac{\text{ض مس}\angle\text{عہ}}{\text{ض}_1\,\text{مس}\angle\text{عہ}_1}$$

لیکن $$\frac{\text{ر}}{\text{ر}_1} = \frac{\text{پ} + \text{ش}}{\text{ش}}$$

∴ $\frac{\text{پ} + \text{ش}}{\text{ش}} = \frac{\text{مس ١ع}}{\text{مس ١ع١}}$

$\text{پ} = \text{ش} \left\{ \frac{\text{مس ١ع}}{\text{مس ١ع١}} - ١ \right\}$

تجربہ (۴۳) شنٹ کے ذریعہ سے رو پیما کے مزاحمت کی تعیین - ایک ذخیرہ خانہ (ذ)، منقلب سوئچ (ق)، مزاحمت (ذ) جو کم از کم ۴۰ اوم ہونی چاہئے، رو پیما (پ) اور شنٹ (ش) کے ساتھ حسب ترتیب مصرحہ شکل (۳۹) جوڑ دیئے جائیں۔

شکل (۳۹)

رو پیما کی مزاحمت کی تعیین 'شنٹ' کے ذریعہ

'شنٹ' کے استعمال کرنے سے پہلے رو پیما کا انحراف مشاہدہ کرلو اور پھر بالترتیب مختلف مزاحمتوں کو بطور شنٹ شریک کرکے انحراف مشاہدہ کرلو معمولی مماسی رو پیما کے لئے مزاحمت (ش) ایک اوم سے لیکر بیس اوم تک بڑہائی جائے تو مناسب ہوگا۔

ہر مشاہدے کے ساتھ منقلب سوئچ کو پھیر کر انصراف کی سمت الٹ دی جانی چاہیئے اور ان کے اوسط کو صحیح زاویۂ انصراف (ع۱) مانا جائے۔

پھر ان مشاہدوں کو جدول کی شکل میں لکھ لیا جائے:-

ش	ع۱	س∠ع۱	(س∠ع ÷ س∠ع۱) - ۱	ش (س∠ع ÷ س∠ع۱ - ۱)
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۷				
۱۰				
۱۵				
۲۰				
∞	ع =			

کوئی شنٹ استعمال نہیں کیا جاتا ہے تو اس کے معنے یہ ہیں کہ شنٹ کی مزاحمت نامتناہی بڑی ہے۔ اس صورت میں انصراف کا زاویہ پورا (ع) ہونا چاہیئے

آخری خانہ کے عدد تقریباً مستقل ہوں گے۔ ان کی اوسط قیمت روپیما کی مزاحمت (پ) لی جا سکتی ہے۔

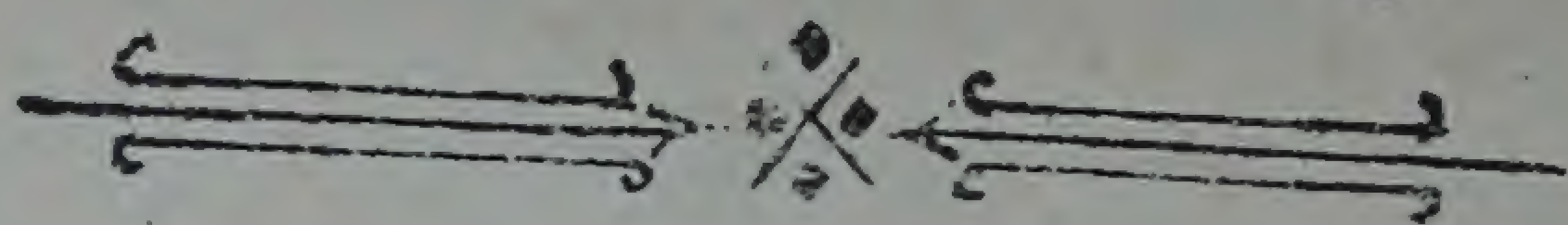
[نوٹ۔ اس تجربہ سے روپیما کی مزاحمت (پ) دریافت کرنے کا طریقہ اس مفروضہ پر مبنی ہے کہ دور میں شنٹ کی مزاحمت شریک کرنے سے

مجموعی رَو پر کوئی قابل لحاظ اثر نہیں ہوتا۔ جب تک (ذ) کی قیمت اقل درجہ (پ) کی ۲۰ گنا نہ ہو یہ مفروضہ صحیح نہیں ہوسکتا۔ پس اگر آخری خانہ کے عدد مزاحمت (ذ) کے ۵ فیصد سے زائد ہوں تو کافی قیمت کی مزاحمت کو (ذ) بناکر یہی تجربہ دوہرایا جائے۔

جب مزاحمت (پ) مزاحمت (ذ) کی صرف ۵ فیصد ہوتی ہے رَو کی اعظم تبدیلی ۵ فیصد سے متجاوز نہیں ہوسکتی حتیٰ کہ اس صورت میں بھی جبکہ (پ) کو بالکلیہ "قصر دور" کردیا جائے۔ جو انحراف مشاہدہ ہونگے ان سے نتیجہ میں بھی اسی درجہ کی خطائیں آسکتی ہیں۔ (پ) کی بہترین قیمت شنٹ (ش) کی اس قیمت کے ساتھ مطابقت رکھتی ہے جس سے $\text{مس}\,\angle\,\text{ع}_1 = \frac{1}{2}\,\text{مس}\,\angle\,\text{ع}$
(پ) کی قیمت اس جملہ سے بھی شمار کیجاسکتی ہے

$$\frac{\text{ز پ}}{\text{ش}\,(\text{ز}+\text{پ})} = \frac{\text{مس}\,\angle\,\text{ع}}{\text{مس}\,\angle\,\text{ع}_1} - 1$$

اس صورت میں جبکہ مزاحمت (ذ) رَو پیما کی مزاحمت (پ) کے بیس گنا سے کم ہوتی ہے۔

چوتھا باب

محرکہ برق اور برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت

فصل (۱)۔ والٹائی خانہ کے عمل کے متعلق ابتدائی بحث

مندرجہ ذیل بحث والٹائی خانوں کے اساسی برقی کیمیائی عملوں کا نظریہ نہیں ہے۔ اس کو اس بارہ میں صرف ایک سرسری اور مفید مطلب مفروضہ سمجھنا چاہیئے جس کی مدد سے خانوں کے سروں وغیرہ کے درمیانی تفاوت قوۃ کا عمل معلوم ہو سکے۔

خانہ 'کھلے دور' میں

مختلف دھاتوں کی تختیاں جب ایک مناسب محلول میں ڈبوئی جاتی ہیں تو فوراً ان کے درمیان تفاوتِ قوۃ پیدا ہو جاتا ہے۔ مندرجہ ذیل تذکرہ میں صرف سادہ خانوں سے

بحث کی جائیگی ۔ تانبے اور جست سے بالترتیب مثبت اور منفی تختیاں مفہوم ہونگی، اگرچہ واقعات متذکرہ عام طور پر کسی بھی قسم کے سادہ خانہ سے متعلق ہوسکتے ہیں

تختیوں کو مائع میں ڈبوتے ہی مثبت برق مائع کے اندر سے گزر کر تانبے کی طرف جانا شروع کرتی ہے ۔ ہم فرض کر سکتے ہیں کہ یہ مثبت برق جست کی تختی سے نکلتی ہے جس کی وجہ سے اُس تختی پر منفی بار پیدا ہوجائیگا ۔ مثبت برق کی حرکت بالکلیہ خانہ کی کیمیائی کیفیت کا نتیجہ ہے، اور جس محرکہ برق سے یہ برق متحرک ہوتی ہے اس کو **کیمیائی عمل کا محرکہ برق** نام دیا جاسکتا ہے یا مختصراً کیمیائی م ، ب ۔

یہ کیمیائی م ، ب جست کی تختی سے مثبت برق کو مائع کے اندر تانبے کی تختی کی طرف بھیجتا ہے، یعنے دوسرے الفاظ میں **برقی خانہ کا م ، ب خانہ کے منفی قطب سے اس کے مثبت قطب کی طرف عمل کرتا ہے ۔**

یہ بیان تمام برقی خانوں پر صادق آتا ہے ۔ یاد رہے کہ م ، ب یعنے محرکہ برق سے مراد صرف وہ علت ہے جو خانہ کے اندر سے برق کی تحریک کرتی ہے، لہذا اس اصطلاح کا استعمال صرف خانہ کے اندرونی عمل سے متعلق ہوسکتا ہے ۔

مثبت برق جو خانہ کے اندر جست سے لیکر تانبے کو پہنچائی جاتی ہے تانبے کے قوہ کو جست کے قوے سے زیادہ بلند کردیتی ہے، اور اب خانہ کے اندر کسی بھی برقی بار پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ مثبت بار جست سے تانبے کی طرف خانہ کے اندر اس کے م، ب کے باعث روانہ کیا جاتا ہے، اور تانبے سے جست کی طرف آمادہ کیا جاتا ہے بوجہ اس تفاوت قوہ کے جو ان دونوں کے درمیان خانہ کے کیمیائی م، ب کے عمل سے پیدا ہوتا ہے۔

پس تفاوت قوہ ت، ق بجائے خانہ کے م، ب کے متماثل ہونے کے (جیسا کہ عموماً غلطی سے خیال کیا جاتا ہے) اس کے عمل کا محض نتیجہ ہے۔ خانہ کے اندر ت، ق اور م، ب متضاد عمل رکھتے ہیں۔

جب خانہ "کھلے دور" کی حالت میں ہوتا ہے تو قطبی فلزی تختیاں باہر سے کسی طرح بھی ملی ہوئی نہیں ہوتی ہیں، پس ان کے درمیان تفاوتِ قوہ بوجہ اجتماع برق بڑھتا جاتا ہے۔ لیکن ایک حد پر پہنچ کر یہ تفاوت ٹھہر جاتا ہے، اس لئے کہ خانہ کے اندر صرف ایک محدود م، ب عمل کرتا ہے۔ تفاوت قوہ اس قیمت (ق) پر پہنچکر ٹھہر جاتا ہے کہ خانہ کے م، ب کے زیر اثر مثبت برق کا جست سے تانبے کی طرف جانے کا میلان، تفاوت قوہ کی وجہ سے تانبے سے جست کی طرف جانے کے میلان کے ساتھ

ٹھیک علی التوازن ہوجائے۔ جب م، ب اور ت، ق میں اس طرح کے توازن کی حالت پیدا ہوتی ہے تو خانہ کے اندر ان دونوں سمتوں میں سے کسی سمت میں بھی برق کی حرکت نہیں ہوتی اور وہاں جملہ کیمیائی برقی عمل موقوف ہوجاتے ہیں۔

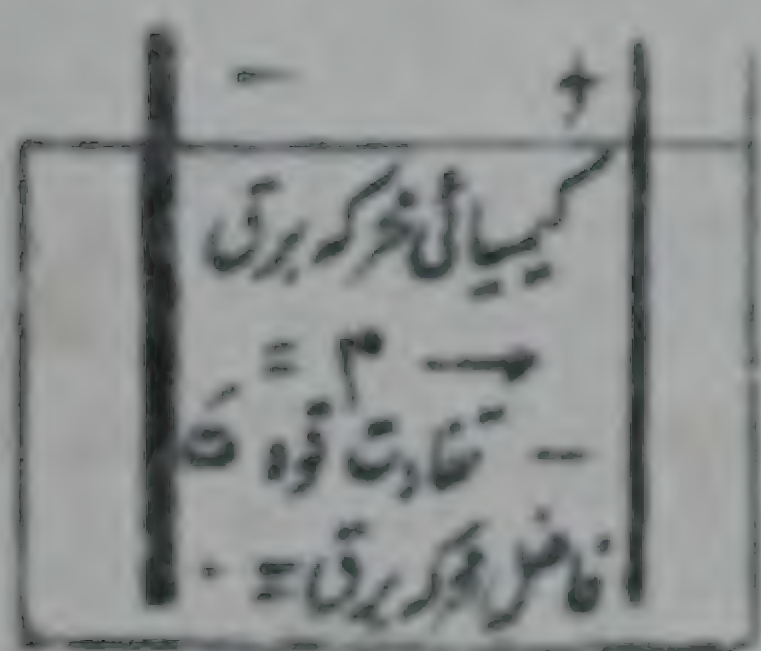
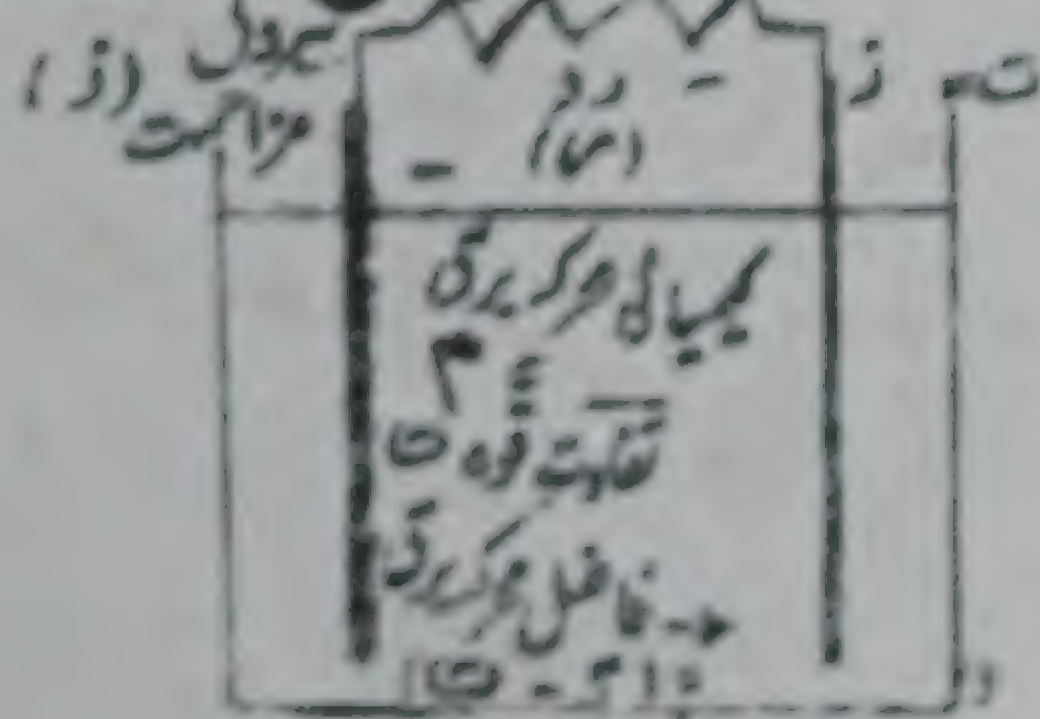
اس لئے کھلے دَور کی حالت میں عموماً جبکہ خانہ کے اندر ان دو سمتوں میں سے کسی سمت میں بھی برقی رو نہیں بہتی ہے، خانہ کی تختیوں کا درمیانی تفاوتِ قوہ اس کے محرکہ برق کے مساوی ہوتا ہے۔

یہاں مکرر اس امر کا اظہار ضروری معلوم ہوتا ہے کہ م، ب اور ت، ق دو متماثل چیزیں نہیں ہیں۔ کھلے دَور کے تفاوتِ قوہ (ت) کا عمل اس طرح کا ہوتا ہے کہ مثبت برق تانبے سے جست کی طرف بھیجی جائے، اور محرکہ برق (م) جو صرف خانہ کے اندر عمل کرتا ہے اس کو جست سے تانبے کی طرف بھیجنے کا متقاضی ہوتا ہے۔

کھلے دَور کی صورت میں ت = م

کیمیائی محرکہ برقی
م = ←
تفاوت قوہ ت –
فاضل محرکہ برقی = ۰

شکل (۴۰)
خانہ کھلے دَور کی حالت میں

بیرونی مزاحمت (ز)
رو (ر)
کیمیائی محرکہ برقی
م
تفاوت قوہ ت
فاضل محرکہ برقی
(م – ت)

شکل (۴۱)
خانہ "بند دَور" کی حالت میں

محرکہ برق (م) کی پیمائش راست طور پر نہیں ہو سکتی۔ اسکی پیمائش کے لئے اُس کی وجہ سے جو تفاوت قوۃ خانہ کے سروں کے درمیان کھلے دَور کی صورت میں وجود میں آتا ہے، ناپ لیا جاتا ہے۔ چونکہ یہ تفاوت قوۃ (ت) خانہ کے محرکہ برق (م) کے مساوی ہوتا ہے اس لئے محرکہ برق کی تعیین ہو جاتی ہے۔

برقی خانہ "بند دَور" کی حالتیں

بیرونِ خانہ۔ فرض کرو خانہ کی تختیاں (ذ) مزاحمت کے ایک تار کے ذریعہ ملائی گئی ہیں تختیوں کے تفاوتِ قوہ کی وجہ تار پر سے فوراً برق بہنے لگتی ہے۔ تار کے اندر تو کوئی کیمیائی عمل نہیں ہوتا ہے پس اس پر سے جو رَو گزرتی ہے اسی تفاوت قوۃ کا نتیجہ ہے اور اس لئے اس کے بہاؤ کی سمت تار پر تانبے سے جست کی طرف ہے۔

جوں ہی تختیاں تار کے ذریعہ ملائی جاتی ہیں اِن کا درمیانی تفاوتِ قوہ گھٹنے لگتا ہے اس لئے کہ برق ایک تختی سے نکل کر دوسری تختی کو جاتی ہے۔ اگر کسی وقت تفاوت قوۃ کی قیمت (ت) ہو تو تار پر سے گزرنے والی برقی رَو

$$ر_۱ = \frac{ت}{ذ}$$

واضح ہو کہ (ر۱) بلیرونی دَور میں سے گزرنے والی رَو ہے یعنے تار کی رَو ہے۔

اندرونِ خانہ۔ اب بھی یہاں خانہ کا م، ب عمل کر رہا ہے اور اگر خانہ اچھی حالت میں ہے تو اس م، ب

کی قیمت میں کچھ تغیر نہ پیدا ہوگا - اس لئے کہ یہ م ، ب خانہ کی کیمیائی ترکیب ہی پر منحصر ہے (خانہ کی تقطیب کے اثرات کے متعلق آگے چلکر بحث کی جائیگی) - اب اس کے خلاف تفاوت قوہ (ت) عمل کرتا ہے - لہٰذا خانہ کا م ، ب اب پھر اس کے اندر سے جست سے تانبے کی طرف کو برق بھیجنا شروع کریگا - اس کا محرک خانہ کے محرکہ برق اور موجودہ تفاوت قوۂ (ت) کا تفاوت ہوگا - اگر خانہ کی مزاحمت جس کو اندرونی مزاحمت کہتے ہیں ، (خ) مانی جائے تو خانہ کے اندر جست سے تانبے کو جانے والی برقی رو

$$\text{س}_2 = \frac{\text{م} - \text{ت}}{\text{خ}}$$

پس ایک ہی وقت میں تانبے کی تختی سے جست کی تختی کو بیرونی دور میں ایک برقی رو جاتی ہے

جو $\text{س}_2 = \frac{\text{ت}}{\text{ر}}$ ہے

یعنے فی ثانیہ برق کی اتنی اکائیاں اس راستہ گزرتی ہیں - اور جست سے تانبے کو اندرونی دور میں برقی رو

$\text{س}_2 = \frac{\text{م} - \text{ت}}{\text{خ}}$ جاتی ہے

جسقدر (ت) گھٹتا جائیگا تانبے کی تختی سے برق کے نقصان کی شرح (س_1) گھٹتی جائیگی اور اس کے نفع کی شرح (س_2) بڑھتی جائیگی - جب دونوں مساوی ہوجائینگے تو (ت) کی قیمت پھر ہموار ہوجائیگی ، اگرچہ (ت_1) سے گھٹی ہوئی ہی رہیگی - پس اب

$$\text{س}_1 = \text{س}_2$$

اور $\frac{\text{ت}}{\text{ذ}} = \frac{\text{م - ت}}{\text{خ}}$

پس جب برقی خانہ کا بیرونی دَور ایک سادہ مزاحمت (ذ) کے توسط سے مکمل کردیا جاتا ہے تو اس کی تختیوں کا درمیانی تفاوت قوۃ گھٹ کر ایک ایسی قیمت (ت) پر آجاتا ہے کہ خانہ کے اندر کی رَو جو جست سے تانبے کو جاتی ہے خانہ کے باہر تانبے سے جست کو جانے والی رَو کے مساوی ہوجاتی ہے اور اس نئے تفاوت قوۃ (ت) خانہ کے محرکہ برق (م) اور اندرونی و بیرونی مزاحمتوں میں یہ باہمی تعلق ہوتا ہے۔

$$\frac{\text{ت}}{\text{ذ}} = \frac{\text{م - ت}}{\text{خ}}$$

اس تعلق کو ایک دوسرے طریقہ سے بھی ثابت کرسکتے ہیں جو تیسری فصل میں بیان ہوگا۔

واضح ہو کہ کھلے دور میں تختیوں کا تفاوت قوۃ (ت) فوراً خانہ کے محرکہ برق (م) کے مساوی ہوجاتا ہے، اور جب بیرونی دَور بند ہوتا ہے تو ایک ثانیہ کی نہایت چھوٹی کسر کی مدت میں یہ تفاوت قوۃ ہموار قیمت (ت) پر آجاتا ہے

جب کسی برقی خانہ کے اندر مثبت سرے سے منفی سرے کی طرف رَو دوڑائی جاتی ہے تو اس کے لئے جو تفاوت قوۃ درکار ہوگا خانہ کے محرکہ برق (م) سے زائد ہونا چاہئے، اسلئے کہ اسے نہ صرف (م) پر غالب آنا ہوتا ہے بلکہ خانہ کی مزاحمت کے خلاف بھی عمل کرنا ہوتا ہے۔ طالب علم کو مشورہ دیا جاتا ہے کہ وہ اس صورت کی بھی اسی طرح تحقیق کرے جیسا کہ اوپر ذکر آیا ہے، اور ثابت کرے کہ خانہ کے اندر مثبت سرے سے منفی سرے کی جانب جو برقی رو گزرتی ہے اس کو (ت)

(م) اور (خ) کے ساتھ حسب ذیل ربط ہے:

$$ر = \frac{ت - م}{خ}$$

یہاں (ت) سے مراد وہ تفاوت قوہ ہے جو اس کام کے لئے خانہ پر عمل کرتا ہے - یہ نتیجہ ذخیرہ خانوں میں برقی بار بھرنے کے لئے بکار آمد ہوتا ہے -

[**تقطیب کا اثر** - برقی خانہ کی کیمیائی ترکیب میں تغیر ہوتا ہے تو خانہ کی تقطیب ہوتی ہے - اگر خانہ سے اس کی حیثیت سے زائد رو لی جائے تو جست کی تختی کے اطراف کا مائع "مستعمل" ہوجاتا ہے ' (یعنے کیمیائی عمل کی شئے بالکل خرچ ہوجاتی ہے) - یا مثبت تختی کے پاس کا آکسائیڈ بنانے کا مادہ اس تختی کے پاس جمع ہیڈروجن پیدا ہوتی ہے اس کا مقابلہ نہیں کرسکتا پس تختی پر ہیڈروجن جم جاتی ہے - اس سے ظاہر ہے کہ ایسی صورت میں تختیوں کے قریب خانہ کی حالت میں فرق آجاتا ہے اور خود تختیوں کی نوعیت بدل جاتی ہے - بدیںوجہ خانہ کا م 'ب وہ نہیں رہتا جو پہلے تھا اور جب تک مائع خوب نہ ہل جائے اور ہیڈروجن کا آکسیڈیشن کے عمل سے اتلاف نہ ہو محرکہ برق اپنی سابقہ قیمت پر پہنچ نہیں سکتا - متذکرہ بالا بحث میں فرض کرلیا گیا ہے کہ خانہ پر کوئی ایسا زائداز تحمل بار نہیں ڈالا جاتا ہے جس سے اس کی تقطیب ہوجائے -]

فصل (۲) دو خانوں کے محرکہ برقی کا باہمدیگر مقابلہ

طریقہ جمع و تفریق رو پیما کے استعمال کیساتھ

اس طریقہ کی بدولت ایک برقی خانہ کے م 'ب کا

دوسرے خانہ کے م، ب کے ساتھ صرف مقابلہ ہوسکتا ہے لیکن ان کی مطلق پیمائش نہیں ہوسکتی۔

علاوہ خانوں یا موروں کے جن کا مقابلہ کیا جائیگا ایک رو پیما کی ضرورت ہوگی تاکہ رو ناپی جائے اور ایک تغیر پذیر مزاحمت بھی چاہیئے تاکہ برقی رو ایک مناسب قیمت پر لائی جاسکے۔ فرض کرو پہلے خانہ کا محرکہ برق (م۱) ہے اور اُس کی مزاحمت (خ۱)۔ اسی طرح دوسرے خانہ کا محرکہ برق (م۲) اور مزاحمت (خ۲) ہے۔ رو پیما کی مزاحمت کو (پ) اور بقیہ دور کی مزاحمت کو (ذ) تصور کرو۔ ان مزاحمتوں میں سے کسی ایک کو بھی معلوم کرنے کی ضرورت نہیں۔ لیکن لازمی ہے کہ یہ سب مزاحمتیں دوران تجربہ مستقل رہیں۔

خانوں کو پہلے مزاحمت اور رو پیما کے ساتھ اس طرح ہمسلسلہ ترتیب دیا جاتا ہے کہ ان کے محرکہ برق ایک دوسرے کی تائید کریں۔ اس صورت میں دور کا محرکہ برق ان خانوں کے محرکوں کا مجموعہ ہوگا۔ کلیہ اوم اور مزاحمت کی تعریف سے

$$\frac{\text{دور کا محرکہ برق}}{\text{دور کی مزاحمت}} = \text{برقی رو جو دور پر سے گزرتی ہے۔}$$

$$\text{یعنی}\quad \frac{م_1 + م_2}{ذ + پ + خ_1 + خ_2} = س_1$$

یہاں ($س_1$) وہ رو ہے جو دور پر سے گزرتی ہے۔ اس کی پیمائش رو پیما کے انصراف سے ہوتی ہے۔ اب ایک خانہ الٹا ملایا جاتا ہے۔ بہتر ہوگا کہ چھوٹے محرکہ برق ($م_2$)

کا خانہ الٹا ترتیب دیا جائے۔ اگرچہ فی الحقیقت دونوں میں سے کسی ایک خانہ کو الٹا ملانے میں مضائقہ نہیں بشرطیکہ رو پیما کے ساتھ منقلب کبھی استعمال ہوتی ہے۔

اب دور کا محرکہ برق م۱ - م۲ ہوگا اور اگر برقی رو کو (سا۲) فرض کیا جائے تو

$$سا_۲ = \frac{م_۱ - م_۲}{ذ + پ + خ_۱ + خ_۲}$$

(سا۱) کی طرح (سا۲) کی پیمائش بھی رو پیما کے انحراف سے ہوجائیگی۔ چونکہ ان چاروں مزاحمتوں میں سے کوئی ایک بھی تبدیل نہیں ہوئی ہے، لہذا

$$\frac{م_۱ + م_۲}{م_۱ - م_۲} = \frac{سا_۱}{سا_۲}$$

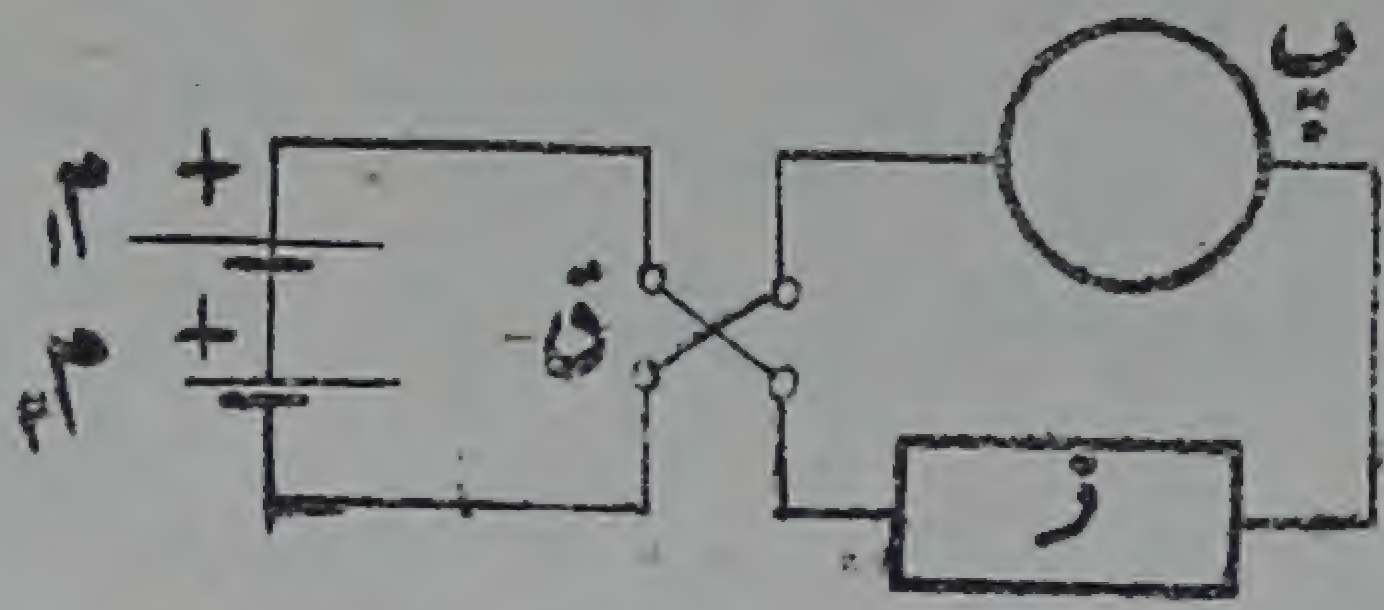
یا

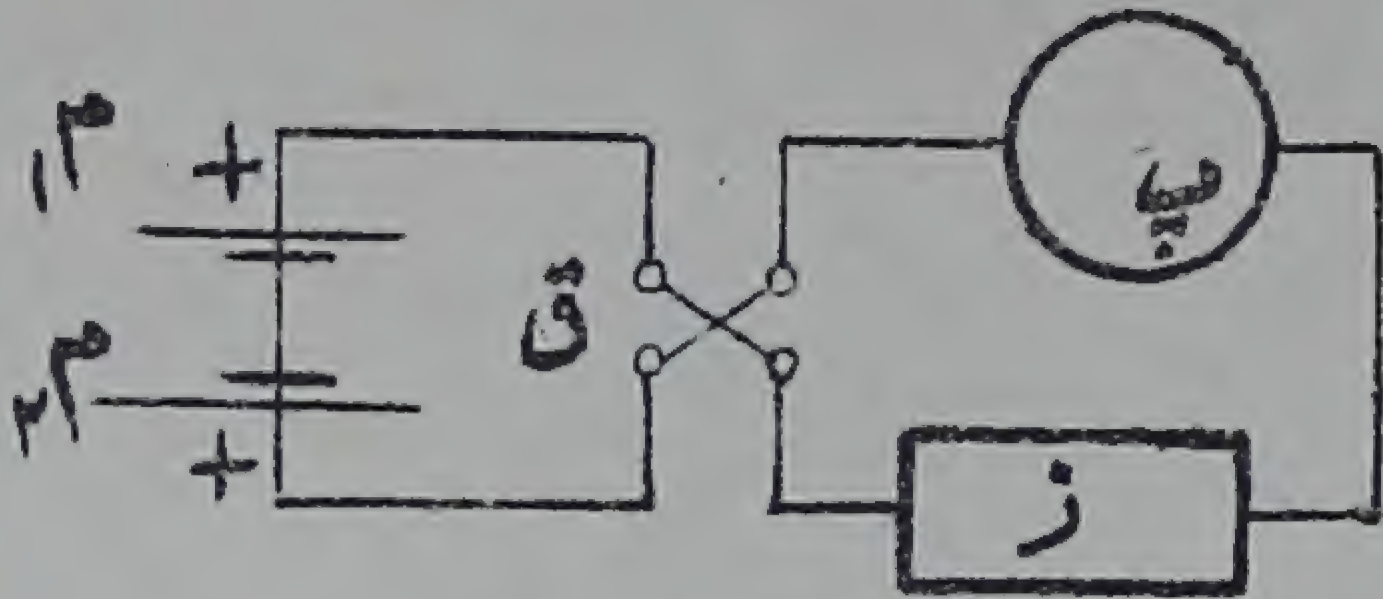
$$\frac{م_۱}{م_۲} = \frac{سا_۱ + سا_۲}{سا_۱ - سا_۲}$$

تجربہ (۴۴)۔ محرکہ برق کا مقابلہ جمع و تفریق کے طریقہ سے مماسی رو پیما استعمال کرکے۔ اس طریقہ سے ایک لیکلانشے اور ایک ڈانیل کے خانہ کے محرکہ برق کا آپس میں، یا ان دونوں میں سے کسی کا ایک ذخیرہ خانہ کے محرکہ سے مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔

مماسی رو پیما (پ) کو منقلب (ق) کے ساتھ حسب ہدایات

مندرجہ تجربہ (۳۷) ترتیب دو - رو پیما کے ساتھ ایک مزاحمت کی بکس (ز) بھی ہمسلسلہ ملائی جائے اور اس میں سے سب ڈاٹ نکال لئے جانے چاہئیں - برقی رو مماسی رو پیما کے سب پچھوں پر سے گزرنی چاہئیے۔

خانوں خ، خ، کو اس طور پر ہمسلسلہ جوڑو کہ دونوں کا عمل یکساں ہو یعنی ایک دوسرے کی تائید کرے اور ان کو رو پیما اور مزاحمت کی بکس کے ساتھ یوں ہمسلسلہ ملاؤ کہ منقلب کے ذریعہ رو پیما پر سے رو الٹ دی جاسکے ملاحظہ ہو شکل (۴۲)

صورت (۱) اجتماعی

صورت (۲) "تفریقی"

شکل (۴۲)

اب بکس میں ڈاٹ لگاکر اس کی مزاحمت کو یہاں تک گھٹاؤ کہ رو پیما کا انصراف ۶۰° سے ۷۰° تک پہنچ جائے - لیکن کسی صورت میں بھی بکس کی مزاحمت ۳۰ اوم سے کم نہ ہونی چاہئیے۔

م، ب کا مقابلہ جمع و تفریق کے طریقہ سے

اس رو سے رو پیما کا جو انصراف ہو تا پہلے رو کو ایک سمت میں جاری کرکے اور پھر مخالف سمت میں پھیر کر پڑھ لیا جائے - فرض کرو ان انصرافوں کا اوسط (ع۱) ہے - تب رو کی قیمت (ر۱) رو پیما کے تحویلی جزو ضربی

(ض ا کی رقموں میں (جس کے معلوم کرنے کی ضرورت
نہیں) یہ ہوگی :

$$\text{ر}_{1} = \text{ض مس} \angle \text{ع}_{1}$$

زیادہ کمزور خانہ کو پلٹا کر ترتیب دو، (شکل (۴۲) کی طرح)
لیکن دَور میں کوئی مزید تبدیلی نہ کی جائے۔ حتی الامکان
برقی خانوں کو اس نئی وضع میں ترتیب دیتے وقت
ہلنے نہ دو، ورنہ ان کی اندرونی مزاحمتوں میں تبدیلی
پیدا ہوگی۔
اگر اب رو پیما کا اوسط انصراف (ع۲) ہے، تو

$$\text{ر}_{2} = \text{ض مس} \angle \text{ع}_{2}$$

پس چونکہ

$$\frac{\text{ر}_{1}}{\text{ر}_{2}} = \frac{\text{م}_{1} + \text{م}_{2}}{\text{م}_{1} + \text{م}_{2}}$$

اس لئے

$$\frac{\text{م}_{1} + \text{م}_{2}}{\text{م}_{1} - \text{م}_{2}} = \frac{\text{ض مس} \angle \text{ع}_{1}}{\text{ض مس} \angle \text{ع}_{2}} = \frac{\text{مس} \angle \text{ع}_{1}}{\text{مس} \angle \text{ع}_{2}}$$

اور بالآخر

$$\frac{\text{م}_{1}}{\text{م}_{2}} = \frac{\text{مس} \angle \text{ع}_{1} + \text{مس} \angle \text{ع}_{2}}{\text{مس} \angle \text{ع}_{1} - \text{مس} \angle \text{ع}_{2}}$$

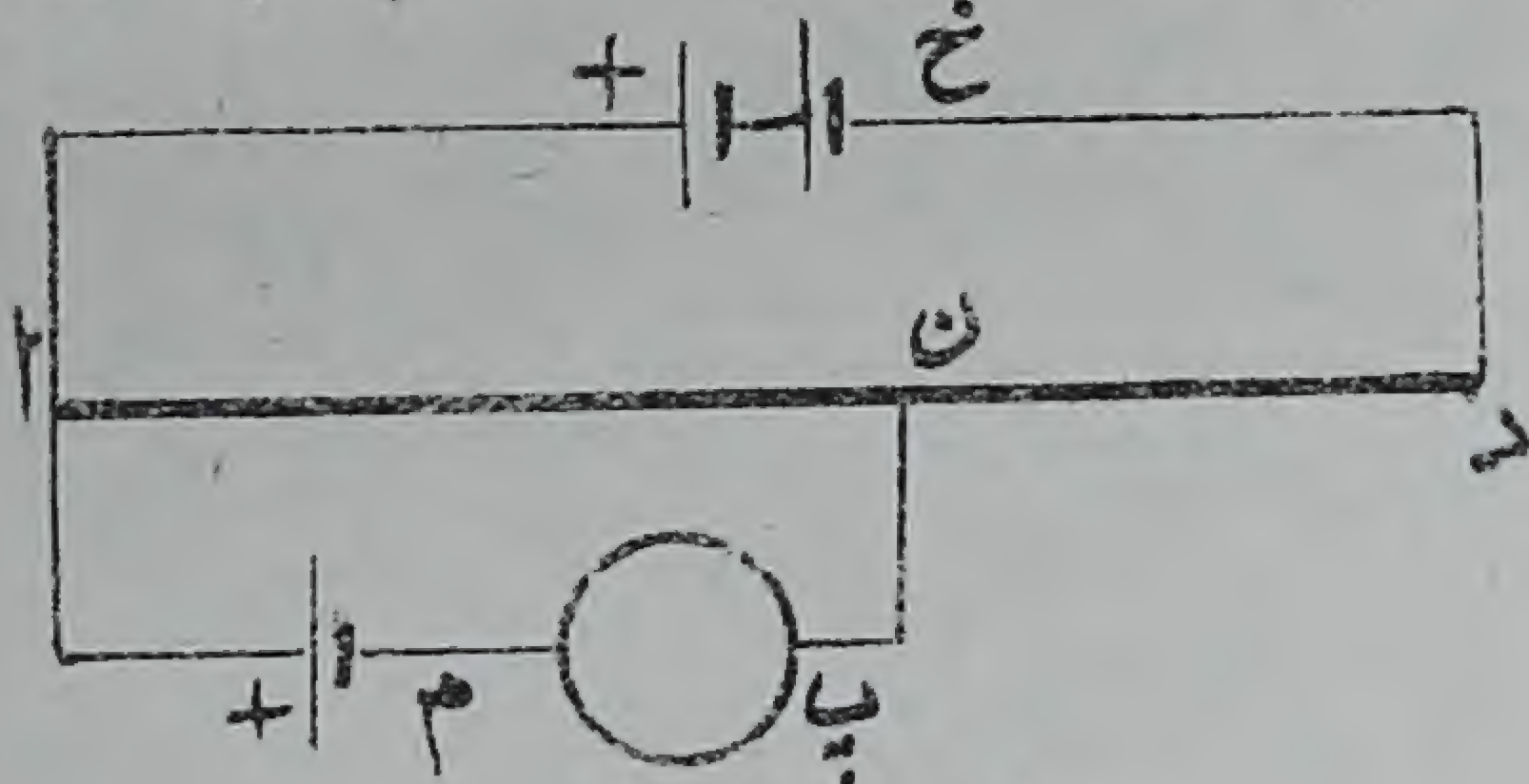
اس تعلق سے دئیے ہوئے خانوں کے محرکہ برق کی
باہمی نسبت شمار کرو۔
اگر ایک خانہ ڈانیل کا ہے، اور جست کے سلفیٹ کا
حل ($ZnSO_4$) بطور محرک مائع کے استعمال ہوتا ہے تو
اس کا محرکہ برق ۱٫۰۸ اولٹ لیا جا سکتا ہے۔ اور اس مفروضہ

پر دوسرے خانہ کے محرکہ برق کی قیمت متذکرہ بالا نسبت سے شمار کرلی جاسکتی ہے۔

قوہ پیما

قوہ پیما اُس آلہ کو کہتے ہیں جو محرکہ برق کا باہم مقابلہ کرنے یا ان کی تعیین کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔ وہ عموماً ایک لمبے تار کی شکل میں ہوتا ہے جس کو ایک تختہ پر کھینچ کر جما دیتے ہیں اور اس کے ساتھ ایک پھسلواں کنجی بھی ہوتی ہے جس کے ذریعہ تار کے کسی بھی نقطہ سے تماس کیا جاسکتا ہے۔ چونکہ تار بہت لمبا ہوتا ہے اسلئے اس کو کئی بار پھیر کر ایک حصّہ کو دوسرے حصہ کے بازو متوازی وضع میں جمایا جاتا ہے تاکہ آلہ ضرورت سے زیادہ لمبا نہ ہونے پائے، یا کئی تاروں کو متوازی وضع میں جما کر ان کے سروں کو تانبے کی موٹی پٹیوں سے اس طرح ہمسلسلہ جوڑتے ہیں کہ برقی رَو ان سب پر سے گزرے۔ لیکن اس کا طریقہ عمل سمجھنے کے لئے زیادہ سہولت اس میں ہوتی ہے کہ اس کو ایک ہی لمبا تار تصور کیا جائے جیسا کہ شکل (۴۳) میں بتایا گیا ہے۔

ایک مستقل محرکہ برق کے مورچہ خ (مثلاً ایک یا دو ذخیرہ خانوں) سے ایک ایکساں تار (۱) پر ہموار برقی رَو دوڑائی جاتی ہے۔ (۲) سرا مورچہ کے مثبت قطب سے جوڑا جاتا ہے جس سے تار پر قوہ کا مسلسل گھٹاؤ پیدا ہوتا ہے۔ اگر تار ہموار ہے تو قوہ کا گھٹاؤ بھی (۲) سے (۱) تک ہموار ہوگا۔

تجربہ کا مقصود یہ ہے کہ دو برقی خانوں کے م، ب کی
باہمی نسبت دریافت کی جائے۔ فرض کرو ان کی قیمتیں م۱، م۲
ہیں۔ پہلے خانہ کے مثبت سرے کو تار کے سرے (۲) سے
باندھتے ہیں اور اس کے منفی سرے کو ایک رو پیما (پ)
کے توسط سے پہلوان کنجی سے ملاتے ہیں، جو قوۃ پیما نے
تار کے کسی ایک مقام سے تماس پیدا کرتی ہے۔ کنجی کو
تار پر حسب ضرورت آگے یا پیچھے سرکانے سے ایک ایسا
مقام (ن۱) دستیاب ہوتا ہے کہ یہاں کنجی کو دبانے سے
رو پیما کی سوئی منحرف نہیں ہوتی۔ پس اس صورت میں
رو پیما پر سے کچھ بھی برقی رو نہیں گزرتی ہے۔ اس لئے
تار کے مقام (ن۱) پر وہی قوۃ ہونا چاہئے جو برقی خانہ کے

شکل (۴۳)

قوۃ پیما کا اصول

منفی سرے کا (جو رو پیما کے ساتھ باندھا گیا ہے)۔ یعنے
خانہ پر قوۃ کا تنزل تار پر (۲) اور (ن۱) کے درمیانی تنزل
کے ٹھیک مساوی ہے۔ چونکہ خانہ میں سے کوئی رو نہیں
بہہ رہی ہے اس لئے تختیوں کا یہ درمیانی تفاوت قوۃ خانہ
کے م، ب کے مساوی ہے۔ پس ظاہر ہے کہ اس خانہ
کا محرکہ برق (م۱) تار کے مقاموں (۲) اور (ن۱) کے درمیانی
تفاوت قوۃ کے ٹھیک مساوی ہے۔

اسی طرح دوسرے خانہ کے ساتھ بھی یہی عمل کیا جاتا ہے
اب اگر کنجی کے تماس کا مقام تار کا کوئی اور نقطہ (ن۲) دریافت ہو تو خانہ کا محرکہ برق (م۲) تار کے مقاموں (ا) اور (ن۲) کے درمیانی تفاوت قوہ کے مساوی ہوگا۔

$$\text{پس}\quad \frac{م_1}{م_2} = \frac{\text{ا اور ن}_1\text{ کا درمیانی تفاوت قوہ}}{\text{ا اور ن}_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .}$$

اگر قوہ پیما کے تار پر سے غیر متبدل برقی رو (س) گزرتی ہے تو

(ا) اور (ن۱) میں تفاوت قوہ = س × حصہ $\overline{\text{ان}_1}$ کی مزاحمت
(ا) اور (ن۲) . . . . = س × حصہ $\overline{\text{ان}_2}$ . . . .

$$\text{لہذا}\quad \frac{م_1}{م_2} = \frac{\overline{\text{ان}_1}\text{ کی مزاحمت}}{\overline{\text{ان}_2}\text{ کی مزاحمت}}$$

$$\therefore \quad = \frac{\overline{\text{ان}_1}\text{ کا طول}}{\overline{\text{ان}_2}\text{ کا طول}}$$

اس لئے کہ تار یکساں فرض کیا گیا ہے۔

۔ اس طرح تار پر سے مستقل رو بہا کر مختلف خانوں کے محرکہ برق کا آپس میں مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔ یہ محرکے قوہ پیما کے تار کے طولوں کے متناسب ہونگے جو توازن پیدا کرنے کے لئے چاہیئں۔

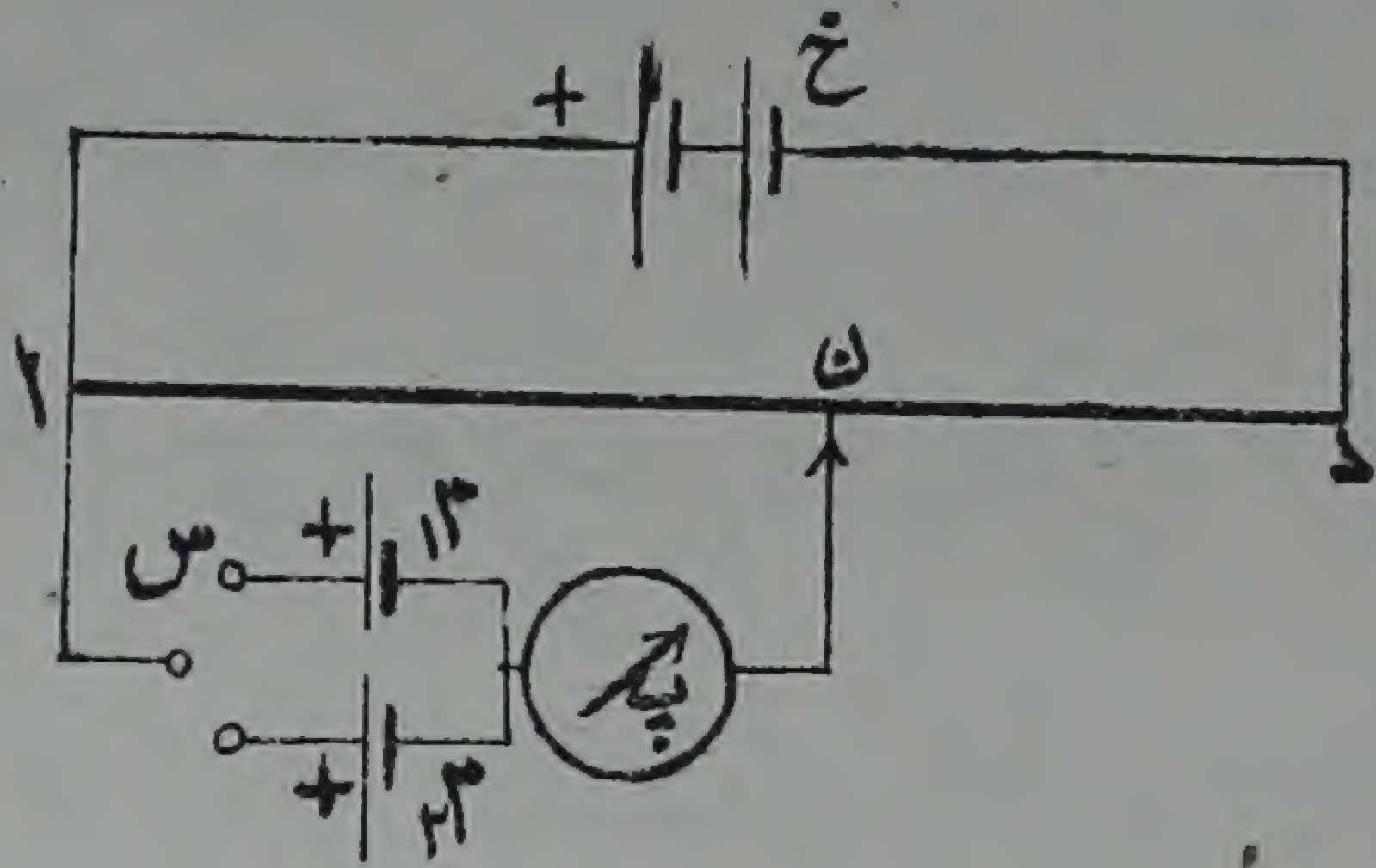
تجربہ (۴۵)۔ قوہ پیما کے ذریعہ سے دو خانوں کے برقی محرکوں (م، ب) کا مقابلہ۔

ایک مستقل خانہ یا سورچہ کا مثبت سرا قوہ پیما کے تار آ د کے سرے (آ) سے ملادو اور منفی سرا (د) کے ساتھ۔ پھر مقابلہ کے لئے دیئے ہوئے خانوں میں سے ایک خانہ (م۱) کے مثبت سرے کو (آ) سے ملاؤ اور اس کے منفی سرے کو رَو پیما کے ایک سرے سے ملاؤ۔ پہلوان تماس (ن) جو قوہ پیما کے تار پر سے گزرتا ہے رَو پیما کے دوسرے سرے سے باندھ دیا جائے۔ (ن) کو بتدریج تار پر پھسلا کر اس کے لئے ایک ایسا مقام دریافت کیا جائے کہ وہاں وہ تار کو چھونے سے رو پیما کی سوئی منصرف نہ ہو۔ تب تار کا طول آن۱ ناپ لیا جائے۔ اسی طرح دوسرے خانہ (م۲) کے ساتھ بھی یہی عمل کر کے تار کا نیا طول آن۲ معلوم کر لیا جائے۔

چونکہ دوران تجربہ ممکن ہے کہ خانوں م۱، م۲ کے اندر کچھ تغیّر پیدا ہو جائے اس لئے ان مشاہدات کو دوہرانا ضروری ہے۔ بنظر سہولت دو رخی ایک سوئچ شریک دور کر لی جاتی ہے تاکہ محض حیلی ترکیب سے جلد جلد خانہ کی تبدیلی عمل میں آئے معہذا اس سے ایک یہ بھی فائدہ ہوتا ہے کہ سرعت عمل کی وجہ سے قوہ پیما کے تار پر سے گزرنے والی مستقل رو میں کوئی قابل لحاظ تبدیلی نہیں پیدا ہو سکتی جس سے تجربہ کے نتائج میں خطا کا امکان گھٹ جاتا ہے۔

سوئچ کو شکل (۹۴) کی طرح شریک دور کیا جائے۔ یہاں (س) سے مراد دو رخی سوئچ ہے جس کے ذریعہ تجربہ کرنے والا اپنے حسب منشاء تار کے سرے (آ) کو خانہ (م۱) یا (م۲) سے ملا دیتا ہے۔ ہر ایک خانہ کے ساتھ چونکہ دو دو مشاہدے ہوئے ہیں اس لئے آن۱ اور آن۲ کی اوسط قیمتیں لی جائیں اور اُن سے خانوں کے برقی محرکوں کی نسبت $\frac{م_1}{م_2}$

اخذ کی جائے۔

شکل (۱۴۴)

قوہ پیما کے استعمال کی ترکیب

اس سے پیشتر خانوں کا جو مقابلہ کیا گیا تھا اسکے نتیجہ کی تصدیق کے لئے ان خانوں کو پہلے اس طرح ہمسلسلہ جوڑو کہ ان کے محرکہ ایک دوسرے کی تائید کریں اور پھر اس طرح ہمسلسلہ ترتیب دو کہ ایک سے دوسرے کی مخالفت ہو۔ اس کے بعد ان حاصل (مجموعی وجبری) محرکوں کا آپس میں مقابلہ کرو۔ اگر ان دو صورتوں میں قوہ پیما کے تار پر بالترتیب ل۱، ل۲ طول مشاہدہ ہوئے ہوں تو

تو $$\frac{\text{م}_1 + \text{م}_2}{\text{م}_1 - \text{م}_2} = \frac{\text{ل}_1}{\text{ل}_2}$$

لہذا $$\frac{\text{م}_1}{\text{م}_2} = \frac{\text{ل}_1 + \text{ل}_2}{\text{ل}_1 - \text{ل}_2}$$

[نوٹ۔ واضح ہے کہ اگر مستقل خانہ یا مورچہ کا منفی قطب تار کے سرے (۱) سے ملایا جائے، اور زیر امتحان برقی خانوں کے منفی سرے ہی بالترتیب (۲) کے ساتھ ملائے جائیں تو بھی تجربہ اسی درستی

کے ساتھ انجام پاتا - اس صورت میں تار پر (۲) سے (ن) ایک بجائے قوہ کے گھٹاؤ کے قوہ کا بڑھاؤ پیدا ہوتا اور وہ رو پیما کے عدم انصراف کی حالت میں خانہ سے ۴ ' ب کے برابر ہوتا -]

فصل (۳) - برقی موچہ کی اندرونی مزاحمت کی پیمائش

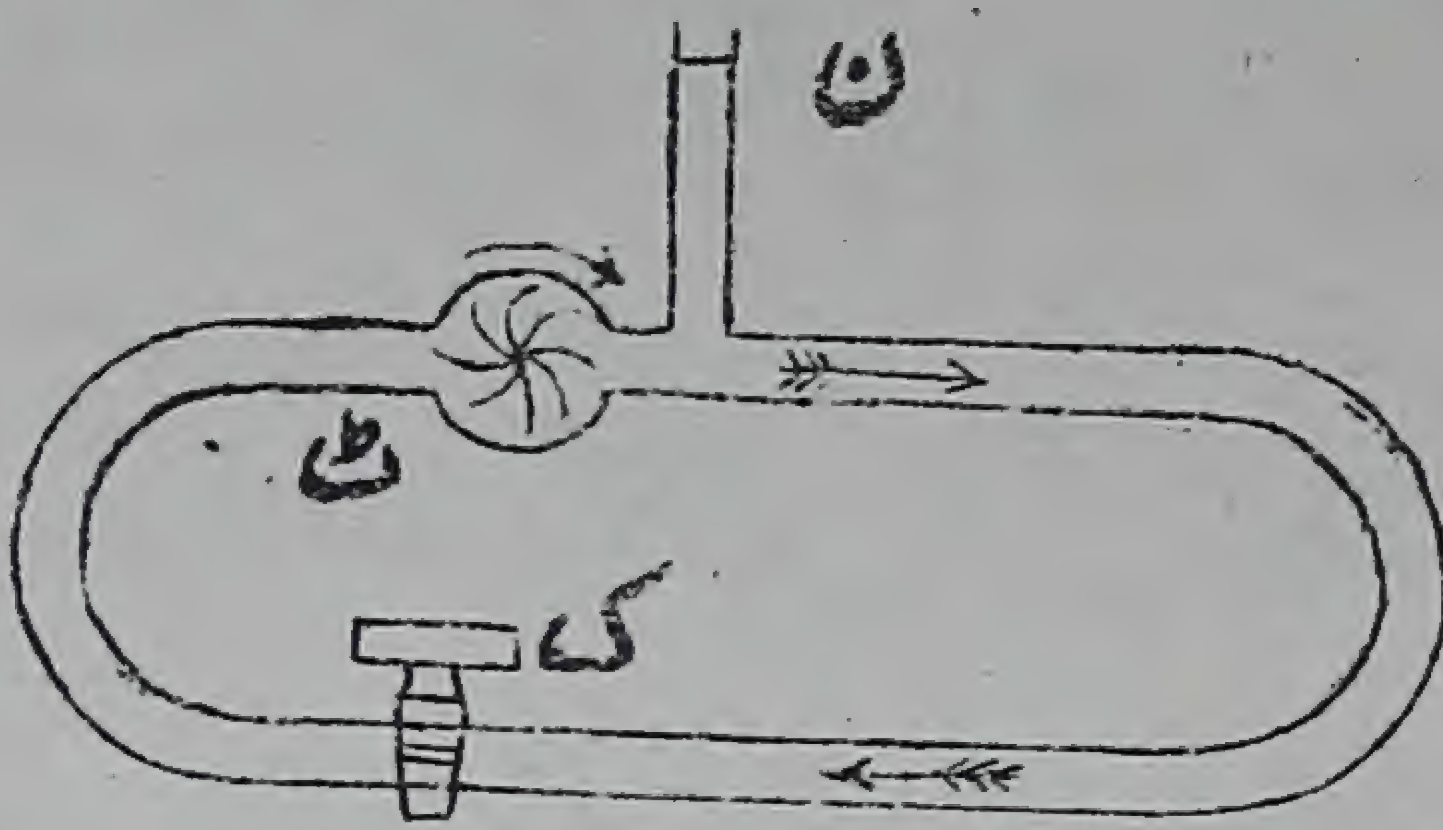
موچہ کی اندرونی مزاحمت کی پیمائش اولٹ پیما اور ایک مناسب مزاحمت کے ذریعہ سے ہوسکتی ہے - اگر کسی خانہ کی اندرونی مزاحمت (خ) اوم ہو اور وہ ایک بیرونی مزاحمت (ز) اوم کے تار کے ساتھ ملائی جائے تو دور پر سے جو برقی رو (س) امپیر گزریگی' اوم کے کلیہ سے

$$س = \frac{م}{ز + خ}$$

جس میں (م) خانہ کے محرکہ برق کی قیمت ہے (اولٹوں میں)

چونکہ معمولی اولٹ پیما کی مزاحمت بہت کثیر ہوتی ہے اسلئے اس کو جب شریک دور کرتے ہیں تو اس کے بچھوں پر سے نہایت قلیل برقی رو گزرتی ہے - اتنی قلیل کہ اس کو صفر تصور کرسکتے ہیں - نظریہ کی رو سے اس تجربہ میں اگر برقی سکونی اولٹ پیما استعمال ہو تو بہتر ہوگا - اسلئے کہ اس میں سے مطلقاً کوئی رو نہیں گزرتی ہے اور خانہ کے سروں کا درمیانی تفاوت قوہ ناپ لیا جاتا ہے -

جب خانہ کے سرے ملائے نہیں جاتے ہیں انکا درمیانی تفاوت قوہ (تَ) اولٹ خانہ کے محرکہ برق (م) کے مساوی ہوتا ہے - اور جب سرے تار کے ذریعہ ملا دئیے جاتے ہیں تو تفاوت قوہ (تَ) سے کم ہوجاتا ہے -

چونکہ مبتدیوں کو اس کیفیت کے سمجھنے میں بعض اوقات دقت پیش آتی ہے اس لئے اس کے مشابہ مثال پر اگر غور کیا جائے تو فائدہ بخش ہوگا۔ فرض کرو ایک "بے سروں" کی نلی ہے جس کے اندر ایک ٹربائن (ٹ) کے ذریعہ پانی کو گشت کرایا جاسکتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۴۵)۔ جب روک کاگ (ک) بند کردیا جاتا ہے تو ٹربائن کے

شکل (۴۵)
آبی حرکت سے نظیر

عمل سے ایک سیالی دباؤ پیدا ہوتا ہے جس کی پیمائش انتصابی نلی (ن) میں پانی کی سطح کی بلندی سے ہوتی ہے جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے۔ جب روک کاگ کو ذرا سا کھول دیتے ہیں تو سیالی دباؤ کم ہوجاتا ہے اور پانی کی سطح انتصابی نلی میں نیچے اتر آتی ہے۔ کاگ کو زیادہ کھولنے سے یہ دباؤ اور زیادہ گھٹ جاتا ہے۔ پمپ یا ٹربائن ایک حیلی اثر رکھتا ہے جس کو ہم اثر محرکہ آبی کہہ سکتے ہیں۔ انتصابی نلی میں پانی کے اسطوانہ کی بلندی سے دباؤ کے تفاوت کی پیمائش ہوجاتی ہے۔ کاگ اور پانی کی نلی خود برقی خانہ کی بیرونی مزاحمت کے مشابہ ہے۔

اِس باب کے اوائل میں برقی خانہ کے محرکہ کی نسبت جو کیفیت بیان ہوئی ہے اس سے اس تشبیہ کا مقابلہ کیا جائے فرض کرو برقی خانہ کے سروں کا درمیانی تفاوت قوہ (ت) ہے جبکہ ان کو ایک مزاحمت (ذ) کے ذریعہ ملادیا جاتا ہے۔ (ذ) پر سے جو رَو گزرتی ہے اوم کے کلیہ سے $\frac{ت}{ذ}$ ہے کیونکہ

اس کا باعث محض خانہ کے سروں کا ت ق ہے - لیکن پورے دور پر سے جو رَو گزرتی ہے $\frac{م}{ذ + خ}$ ہے - لہذا

$$\frac{ت}{ذ} = \frac{م}{ذ + خ}$$

$$ت = \frac{م ذ}{ذ + خ} = \frac{م}{۱ + \frac{خ}{ذ}}$$

پس ظاہر ہے کہ تفاوت قوہ (ت) محرکہ برق (م) سے کم ہے - لیکن اگر (ذ) کی قیمت بہ نسبت (خ) کے بہت بڑی ہو تو تفاوت (م - ت) بہت قلیل ہوگا -

اگر مزاحمت (ذ) بہت بڑی نہ ہو تو مساوات ذیل سے خانہ کی اندرونی مزاحمت (خ) کو شمار کر لیا جاسکتا ہے :

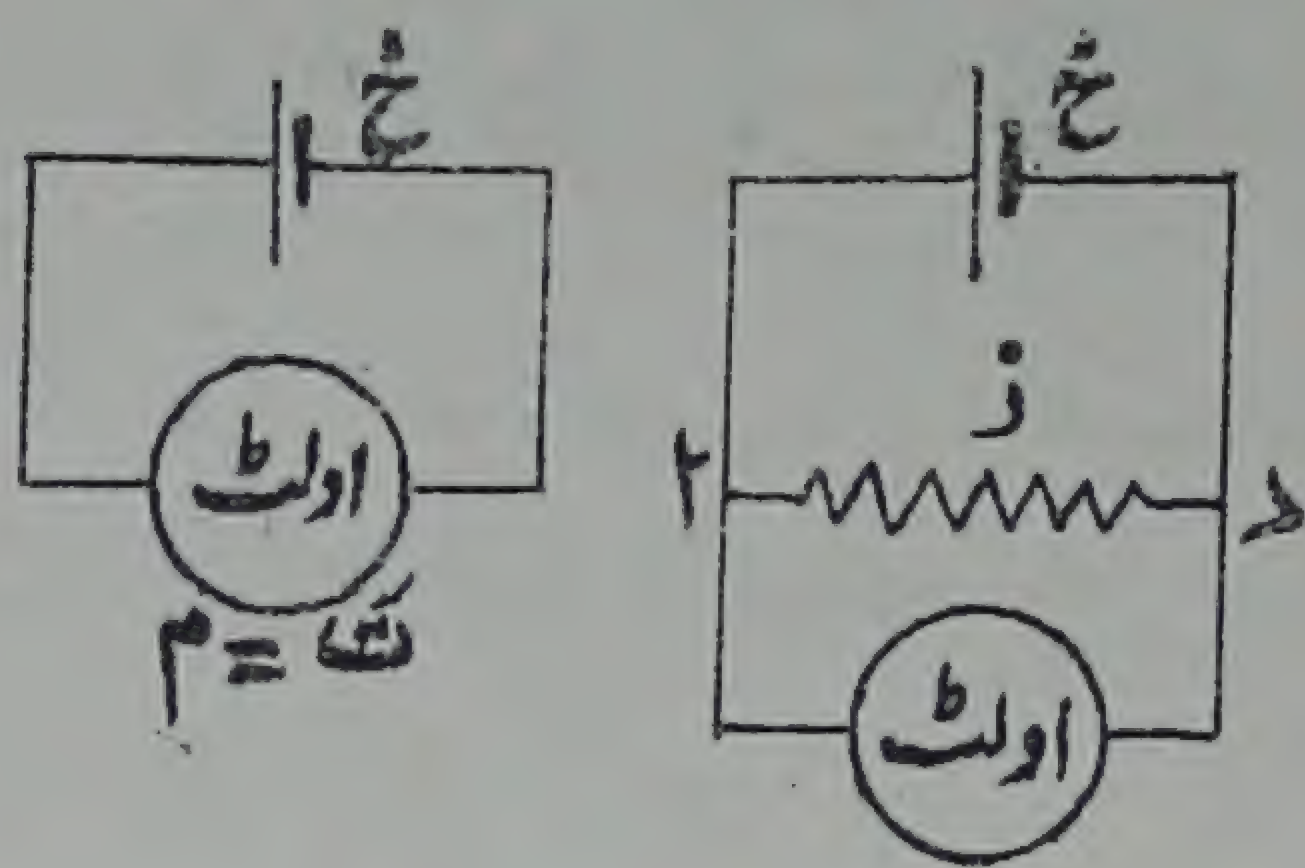
$$\frac{م}{ت} = \frac{ذ + خ}{ذ} \quad \text{یا} \quad خ = ذ \left(\frac{م}{ت} - ۱ \right)$$

اسی تعلق کو دوسرے طریقہ سے اس بات کی تمہیدی فصل میں سمجھایا گیا ہے -

پس (خ) کی تعیین کے لئے خانہ کے محرکہ برق (م) کا مقابلہ اس کے سروں کے تفاوت قوہ (ت) کے ساتھ کیا جاتا ہے جبکہ ایک معلوم مزاحمت (ذ) کا تار (جس کی قیمت خ سے بہت زیادہ نہ ہونی چاہئے) سروں سے ملا کر خانہ کو قصر دور کر دیتے ہیں -

اگر (ذ) خانہ کی اندرونی مزاحمت (خ) کے مساوی لیجائے تو $\frac{ت}{م} = \frac{۱}{۲}$ اور خانہ کے سروں کا درمیانی تفاوت قوہ

کھلے دور کے ت ‘ق کا نصف ہوتا ہے۔

تجربہ (۴۶)۔ اولٹ پیما کے ذریعہ سے برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین۔ خانہ کے سروں کو اولٹ پیما سے ملاؤ۔ متحرک پچھے والا اولٹ پیما جب استعمال ہوتا ہے تو طالب علم کو چاہئے خانہ کا مثبت قطب اولٹ پیما کے مثبت (+) نشان کے سرے سے ملائے۔ اگر اس ہدایت کے بموجب عمل نہ ہو تو ممکن ہے کہ آلہ کا نمائندہ مڑجائے اور آلہ بگڑ جائے۔

خ
ز
اولٹ
ت = م

شکل (۴۶)
خانہ کی اندرونی مزاحمت

دیکھو نمائندہ کا انصراف کیا ہے۔ اس سے (ت) کی قیمت معلوم ہوجائیگی جو خانہ کے ”کھلے دور“ کا تفاوت قوہ ہے۔

[نوٹ۔ یہاں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ اولٹ پیما کی مزاحمت بہت بڑی ہونیکی وجہ سے اس پر سے تقریباً صفر برقی رو گزرتی ہے۔ پس اب بھی دور کھلا ہے اور (ت) مساوی ہے محرکہ (م) کے۔]

اس کے بعد خانہ کے سروں کو مختلف مزاحمتوں کے ذریعہ سے ملاؤ اور دیکھو اولٹ پیما کے نمائندہ کا انصراف بالترتیب کیا ہوتا ہے۔ یہ مزاحمتیں مزاحمت کی بکس سے لی جاسکتی ہیں بشرطیکہ ان پر سے برقی رو دو یا تین دقیقہ سے زیادہ دیر تک بہنے نہ دیجائے

بکس سے ایسی مزاحمتیں لی جانی چاہئیں کہ ان میں سے بعض تو ابتدائی انصراف (ت) کے نصف سے زیادہ انصراف پیدا کریں اور بعض نصف سے کم۔ اگر تین مزاحمتیں پہلی قسم کی اور تین دوسری قسم کی استعمال کی جائیں تو مناسب ہوگا۔ دس اوم کی مزاحمت سے شروع کرکے حسب ضرورت مزاحمت گھٹائی یا بڑھائی جاسکتی ہے۔

مشاہدات اس تفصیل سے درج کئے جائیں:۔

کھلے دور میں تفاوت قوہ (تَ) = (م) = ...

ز	ت	م - ت	$\left(\frac{م - ت}{ت}\right)$ ز

(نوٹ۔ اکثر مورچوں کی اندرونی مزاحمت (اور نیز ان کا محرکہ برق) برقی رَو کے تابع ہوتی ہے جو ان سے حاصل کی جاتی ہے بوجہ ان ہنگامی تغیّرات کے جو ان کے مائعات کے اندر تختیوں کے پاس پیدا ہوتے ہیں۔ پس (خ) ایک کسیقدر غیر معیّن مقدار ہے

مصرحہ بالا طریقہ میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ خانہ کو "قصر دور" کرنے سے اس کا محرکہ برق تبدیل نہیں ہوتا۔ بعض اقسام کے لیکلانشے والے خانے جب ان کو قصر دور کیا جاتا ہے تو بہت جلد مقطب ہوتے ہیں اور ان کا م ب سرعت کے ساتھ گھٹ جاتا ہے۔ اس لئے یہ طریقہ ایسے خانوں کی اندرونی مزاحمت معلوم کرنے کے لئے ناموزوں ہے اسی طرح ذخیرہ خانوں یا ثانوی خانوں کے لئے بھی یہ طریقہ استعمال نہیں ہوسکتا۔ اس لئے کہ اندرونی مزاحمت کی صحیح تعیین کے لئے بیرونی مزاحمت (ز) کو غائت درجہ گھٹانا پڑتا ہے جس سے خانہ کو بہت

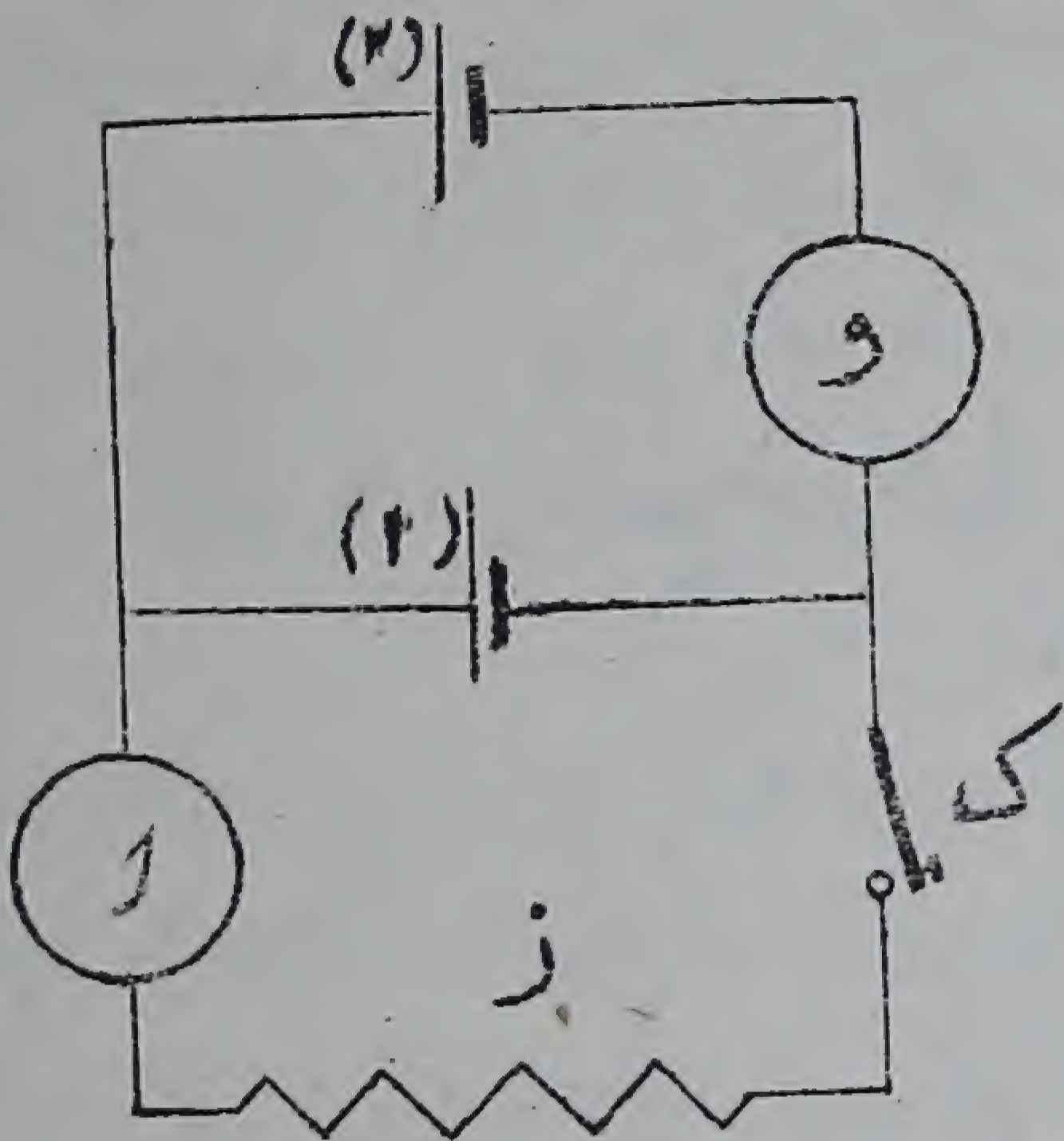
ہرج پہنچتا ہے اور مزاحمت کا پھا جل جانے کا اندیشہ ہے۔
معہذا چونکہ اس طریقہ میں زاویہ انصراف کا مشاہدہ ہوتا ہے اس میں وہ تمام نقائص موجود ہیں جو انصراف کے مشاہدوں سے متعلق ہیں۔ پس اس میں صحت کی چنداں زیادہ توقع نہیں۔ تاہم اگر برقی خانوں کی بحث (مندرجہ صفحات ۱۳۹ - ۱۴۶) کو پڑھ کر اس پر عمل کیا جائے تو طالب علم کے لئے وہ نہایت تربیت بخش اور مفید ثابت ہوگا۔ بہر حال چونکہ برقی خانہ کی مزاحمت ایک متغیر مقدار ہے فی الحقیقت وہ کس درجہ کی مقدار ہے معلوم کر لینا کافی ہے۔ اس غرض کے لئے یہ تجربہ ٹھیک ہے۔ جبکہ ہمیں معلوم ہے کہ خانہ کو ہلانے سے یا جست کی پرانی تختی کے عوض نئی تختی استعمال کرنے سے خانہ کی مزاحمت بعض اوقات گھٹ کر نصف ہوجاتی ہے تو اس کی تعیین کا کوئی بھی طریقہ جو ۲۰ فیصد تک اس کی صحیح قیمت دے سکتا ہو موزوں سمجھا جاسکتا ہے۔ اگر کسی خاص برقی خانہ کی مزاحمت بہت صحت کے ساتھ دریافت کرنا ہو تو مینس کا طریقہ، پوسٹ آفس کی بکس کے ساتھ استعمال کیا جاسکتا ہے۔

ثانوی یا ذخیرہ خانہ کی اندرونی مزاحمت

ذخیرہ خانہ کی اندرونی مزاحمت بہت قلیل ہوتی ہے۔ اسلئے قبل ازیں جو طریقہ اندرونی مزاحمت دریافت کرنے کا بیان ہوا ہے اس کے لئے موزوں نہیں ہے کیونکہ قابلِ پیمائش تفاوت قوہ پیدا کرنے کے لئے جو برقی رَو درکار ہوگی اتنی بڑی ہوگی کہ خانہ کو صدمہ پہنچیگا۔ چونکہ اس طریقہ میں ایک اولٹ پیما کے ذریعہ خانہ کے سروں کا تفاوت قوہ بالترتیب بدل بدل کر (حتیٰ کہ وہ خانہ کے کامل محرکہ برق کے برابر ہوجائے) ناپا جاتا ہے، اور بڑی سے بڑی جائز برقی رَو جو اس سے لیجاسکتی ہے تفاوت قوہ میں تبدیلی

زیادہ سے زیادہ اس کامل محرکہ کے ایک یا دو فیصد پیدا کر سکتی ہے، یہ پیمائشیں صحیح نہیں ہوتی ہیں۔ مندرجہ ذیل طریقہ سے جو کسی بھی قسم کے کم مزاحمت کے خانوں کے لئے موزوں ہے یہ دقتیں مغلوب ہو جاتی ہیں، اور چونکہ اس میں بہت حساس اولٹ پیما بھی مستعمل ہو سکتے ہیں تفاوت قوہ کی صحت کیساتھ پیمائش ہو سکتی ہے۔

تجربہ (۴۷)۔ ذخیرہ خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین

مزاحمت کی تعیین ۔ دو متشابہ خانوں کو ہمتوازی ترتیب دو (شکل ۴۷ کی طرح) اور ان کے مثبت سروں کے بیچ میں ایک حساس اولٹ پیما شریک کرو۔ ایک خانہ کے ساتھ دور میں ایک مزاحمت (ذ) اور ایک ام پیما (ا) بشمول کنجی (ک) داخل کرو۔ جب (ک) کھولدی جاتی ہے تو اولٹ پیما کوئی تفاوت قوہ نہیں بتائیگا اسلئے کہ خانے تشابہ ہیں۔ اب کنجی (ک) کو دباؤ اور اولٹ پیما کے مظہرہ نشان (و) اور ام پیما کے نشان (ا) مشاہدہ کرو

شکل (۴۷)
ذخیرہ خانہ کی اندرونی مزاحمت

صرف خانہ (۱) میں سے برقی رو جاتی ہے اس لئے کہ

اولٹ پیما کی مزاحمت نامتناہی بڑی تصور کی جاتی ہے اگر خانہ (۱) کی مزاحمت (خ) مانی جائے تو اس کے سروں کا درمیانی تفاوت قوہ بقدر ر × خ گھٹ جاتا ہے اور اولٹ پیما کے مظہرہ نشان (د) سے اس کی پیمائش ہو جاتی ہے۔ پس

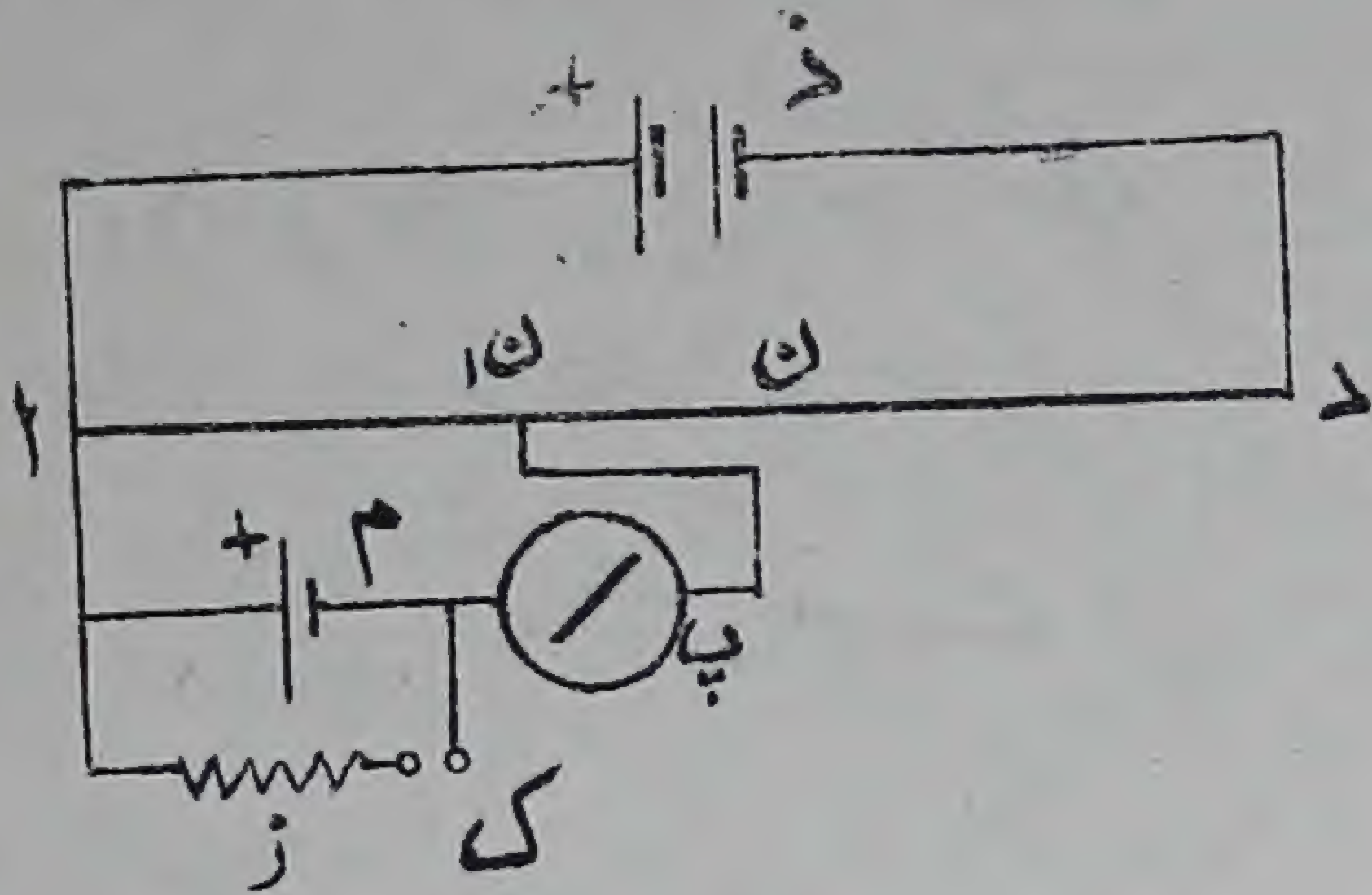
$$خ = \frac{د}{ر}$$

اگر خانہ (۱) کا محرکہ برق (م) معلوم ہے اور (ذ) کی قیمت بھی معلوم ہے تو (ر) کو $\frac{م}{ذ}$ کے برابر لکھ سکتے ہیں پس $خ = \frac{د ذ}{م}$۔ ایسی صورت میں ام پیما کے استعمال کی ضرورت نہیں۔

قوہ پیما کے ذریعہ خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین

قوہ پیما کے ذریعہ برقی محرکوں کے مقابلہ کا جب ذکر آیا ہے تو بتایا گیا ہے کہ برقی خانہ کے سروں کے تفاوت قوہ کو برقی رو لیجانے والے ایک تار پر کے دو مقاموں کے تفاوت قوہ سے تھام کر اس کی پیمائش کیجا سکتی ہے۔ اگر شکل (۳۴) کی طرح قوہ پیما کو ترتیب دیکر پہلوان تماس کی کنجی کو تار کے کسی ایسے نقطہ (ن) سے ملایا جائے کہ رو پیما پر سے کوئی رو نہ جا سکے تو اس نقطہ (ن) اور خانہ کے منفی قطب کا درمیانی ت، ق صفر ہوگا (ورنہ رو پیما پر سے کسی ایک سمت میں رو ضرور جاتی)۔ چونکہ (۲) خانہ کی مثبت تختی کے ساتھ ہم قوہ ہے۔ اس لئے (۲) اور (ن) میں جو تفاوت قوہ ہے خانہ کی تختیوں کے ت، ق کے بالکل مساوی ہے۔

اس صورت میں خانہ میں سے کوئی رو نہیں جاتی ہے

لہٰذا یہ تفاوت قوہ تَ، خانہ کے م، ب کے برابر ہے۔
اب اگر خانہ کو ایک مزاحمت (ز) کے ذریعہ "قصر دور" کردیا جائے (جیسا کہ شکل (۴۸) میں بتایا گیا ہے) خانہ کے

شکل (۴۸)
قوہ پیما کے ذریعہ خانہ کی اندرونی مزاحمت

سروں کا تفاوت قوہ گھٹ کر (ت) ہوجاتا ہے جس کو (م) یا پہلے تفاوت قوہ (تَ) کے ساتھ یہ مناسبت ہے :-

$$\frac{\text{م}}{\text{ت}} \text{ یا } \frac{\text{تَ}}{\text{ت}} = \frac{\text{ز} + \text{خ}}{\text{ز}}$$

دیکھو صفحات (۱۵۵-۱۵۷)

جس میں (خ) خانہ کی اندرونی مزاحمت ہے۔ پس نقطہ (ن) اب خانہ (م) کی منفی تختی سے کم قوہ پر ہوگا۔ اگر کنجی کو (ن) سے تماس کرایا جائے تو موجودہ حالت میں رَو پیما کی سوئی منحرف ہوجائیگی۔ خانہ کی تختیوں کے ت، ق کو تھامنے کے لئے کنجی کو تار کے کسی اور نقطہ (ن۱) سے لگانا چاہئے جو بہ نسبت (ن) کے (۲) سے قریب تر ہوگا۔ توازن کی صورت میں (۲) اور (ن۱) کا تفاوت قوہ خانہ کی تختیوں کے موجودہ گھٹے ہوئے تفاوت قوہ (ت) کے مساوی ہوگا۔

چونکہ $\frac{ت}{ت} = \frac{ن_۲}{ن_۱}$ بشرطیکہ تار یکساں ہو

پس $\frac{ز}{ز+خ} = \frac{ن_۲}{ن_۱} = \frac{ل_۲}{ل_۱}$

پس خانہ کی مزاحمت (خ) قوہ پیما کے تار کے طولوں ل۱، ل۲ اور معلوم مزاحمت (ز) سے شمار ہوسکتی ہے۔

$$خ = ز \left[\frac{ل_۱ - ل_۲}{ل_۲} \right]$$

تجربہ (۴۸) خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین قوہ پیما کے ذریعہ۔ مصرحہ بالا طریقہ سے ڈانیل کے خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین کیجائے۔

قوہ پیما کے ذریعہ سے خانہ کی اندرونی مزاحمت دریافت کرنیکے طریقہ پر بحث

اندرونی مزاحمت ناپنے کے لئے یہ طریقہ بھی اولٹ پیما والے طریقہ سے (جس کا قبل ازیں ذکر آچکا ہے) کچھ بہت زیادہ موزوں نہیں۔ چونکہ خانہ کو مزاحمت (ز) کے توسط سے دیر تک (نقطہ توازن ن۱ ٹھیک دریافت ہونے تک) "قصر دور" کرنا پڑتا ہے اور اس مدت میں اس سے رَو کے اخراج کی شرح معتدبہ ہوتی ہے اس لئے وہ جلد جلد مقطب ہونے لگتا ہے۔ اگر تجربہ کرنے والے کو اس بات کا علم نہ ہو تو دوران تجربہ اسے بڑی پریشانی ہوتی ہے۔ اگر نقطہ توازن (ن۱) ایک مرتبہ دریافت ہوجائے اور پھر ایک لمحہ کے لئے خانہ سے مزاحمت (ز)

توڑ دی جائے تو دوبارہ جب اس مزاحمت کو خانہ سے ملاکر نقطہ توازن کی تلاش کی جاتی ہے ایک دوسرا ہی نقطہ توازن دستیاب ہوگا۔ اس لئے کہ تھوڑی دیر کے لئے دور کو کھلا چھوڑ دینے سے تقطیب کا اثر زائل ہوکر اس کی حالت کسیقدر سنبھل جاتی ہے۔

باریکی اور صحت کے ساتھ عمل کرنا مقصود ہو تو مزاحمت کے دور میں ایک دبانے کی کنجی (ک) شریک کی جانی چاہئے جیسا کہ شکل (۸۴) میں بتایا گیا ہے۔ نقطہ توازن (ن۱) کی تلاش کے وقت اس کو ذرا سی دیر کے لئے دبا دینا چاہئے اور جونہی تماس کی کنجی کو پہلے سے زیادہ ٹھیک مقام پر رکھنے کی غرض سے تار ا ب پر سے اٹھا لیا جاتا ہے کنجی (ک) کو ڈھیلا چھوڑ دینا چاہئے۔

واضح ہو کہ (ک) کو تماس کی کنجی سے پہلے دبانا چاہئے اور اس کو اس وقت تک نہیں چھوڑنا چاہئے جب تک تماس کی کنجی کو تار پر سے اٹھا لیا نہ جائے۔

اس مزید کنجی کو استعمال کرنے سے نتیجہ زیادہ صحیح نکل سکتا ہے۔ بریں ہم اس طریقہ میں بھی تقطیب کی وجہ سے اسی درجہ کے اسقام موجود ہیں جو اولٹ پیما والے طریقہ میں پائے جاتے ہیں۔ البتہ عملی نقطہ نظر سے ایک بڑا فائدہ اس میں یہ ہے کہ یہ طریقہ عدم الانحراف کا ہے نہ کہ پیمائش انحراف کا۔ نظری حیثیت سے بھی اس کو اولٹ پیما کے طریقہ پر فوقیت حاصل ہے۔ اولٹ پیما کے پچھوں پر سے ضرور کچھ نہ کچھ رَو بہتی ہے اگرچہ فرض کرلیا جاتا ہے کہ یہ رَو صفر ہے۔ اس لئے (ت) یعنے کھلے دور کا تفاوت قوہ کبھی اولٹ پیما کے ذریعہ بالکلیہ صحیح نہیں ناپا جاتا۔ موجودہ یعنے قوہ پیما کے طریقہ میں جب خانہ کو "قصر دور" نہیں کیا جاتا ہے اس میں سے ذرا بھی رَو نہیں

گزرتی ہے، اس لئے اس کے محرکہ برق (م) یا (ت) کی صحیح قیمت نکل آتی ہے۔

چونکہ اس طریقہ میں عملاً زیادہ دقتیں پیش آتی ہیں اور نقطہ توازن (ن۱) کا مقام (۲) کی طرف خانہ کی تقطیب کی وجہ سے "بھٹکتا" ہے اس لئے یہ طریقہ صرف انہی طلباء کے لئے موزوں ہے جو عملی کاموں سے اچھی واقفیت رکھتے ہیں۔

پانچواں باب

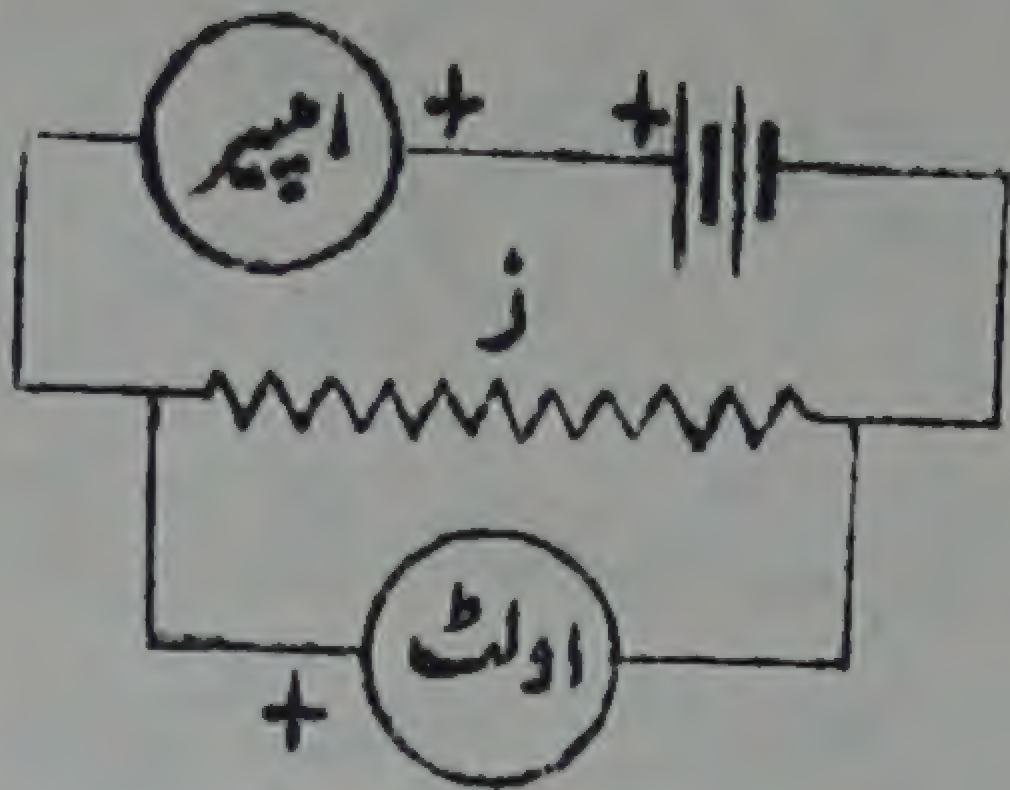
برقی مزاحمت کی پیمائش

فصل (۱) - اوم کا کلیہ

اوم کا کلیہ اس امر کی تلقین کرتا ہے کہ اگر کسی خطی موصل پر جس پر سے برقی رو بہتی ہے دو نقطے لئے جائیں تو ان کے درمیانی تفاوت قوہ (ت) کو اس رو (ر) کے ساتھ مستقل نسبت ہوتی ہے۔ اس نسبت کو موصل کی مزاحمت (ذ) کہتے ہیں۔ پس $\frac{ت}{ر}$ = ذ۔ اس نسبت کا متکافی یعنی $\frac{۱}{ذ}$ موصل کی **ایصالیت** کہلاتا ہے۔

سب سے سیدھا طریقہ مزاحمت کی تعیین کا یہ ہے کہ تفاوت قوہ اور برقی رو علحدہ علحدہ ناپ لئے جائیں۔ اول الذکر کو آخر الذکر پر تقسیم کرکے مزاحمت معلوم کرلی جائے۔ اگر تفاوت قوہ اولٹ پیما کے ذریعہ ناپا جاتا ہے اور برقی رو ام پیما کے ذریعہ، تو مزاحمت کی قیمت اوموں میں محسوب ہوگی۔

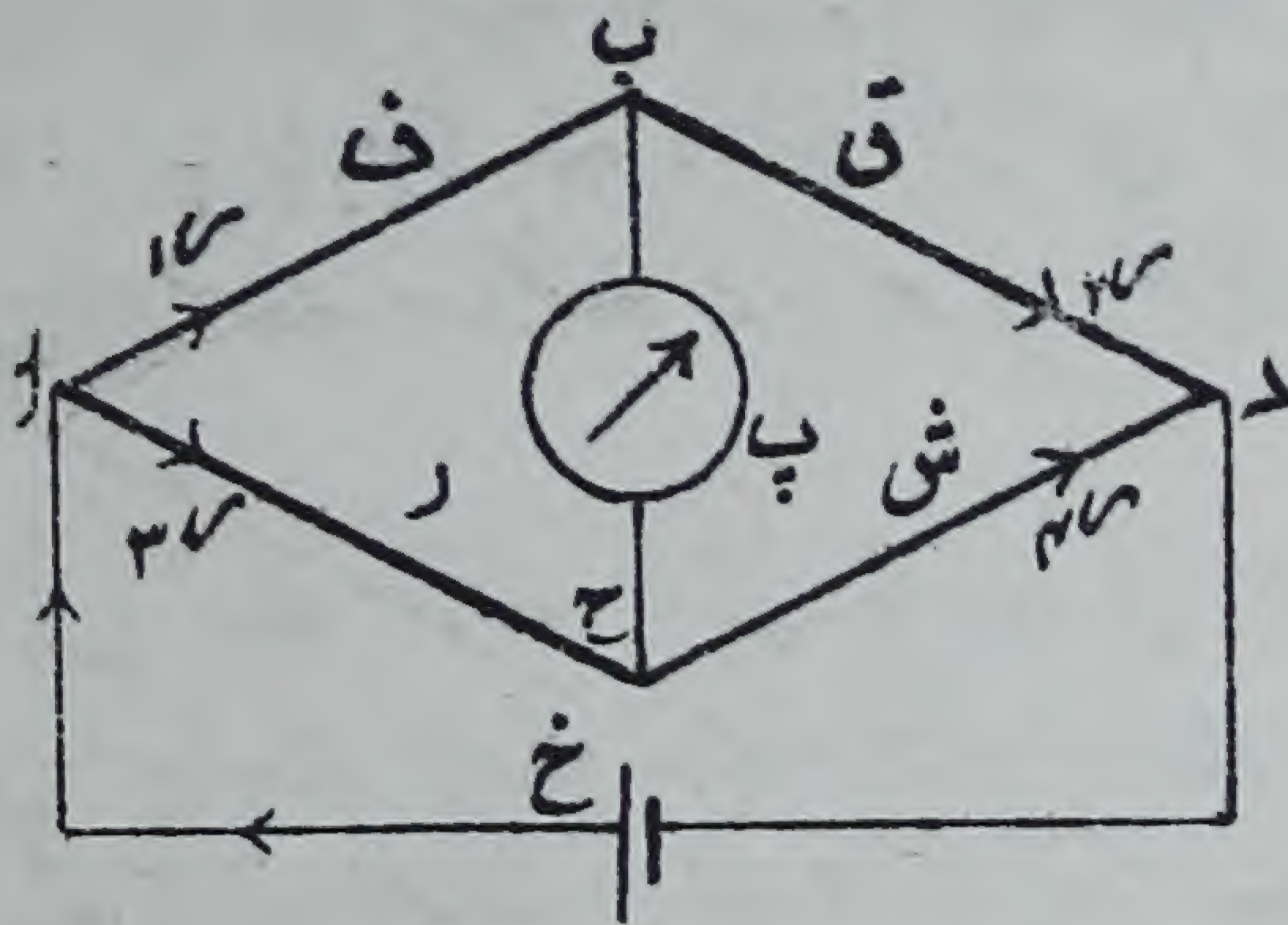
واضح ہو کہ ام پیما کو زیرِ دریافت مزاحمت کے ساتھ ہم سلسلہ جوڑنا چاہئے اور اولٹ پیما کو اُس کے ساتھ ہمتوازی یعنے اولٹ پیما کے سرے بالترتیب مزاحمت کے سروں سے ملا دئے جانے چاہئیں - یہ بھی ضرور ہے کہ اولٹ پیما اور ام پیما کے مثبت (یعنے + نشان کے) سرے مورچہ کے مثبت سرے سے ملائے جائیں اور ان کے منفی (- نشان کے) سرے مورچہ کے منفی سرے سے - اس طریقہ سے چونکہ موصل کی مزاحمت ایسی حالت میں ناپی جاتی ہے جبکہ اس پر سے برقی رَو بہتی ہے، اس لئے جب دوسرے اور طریقے کارگر نہ ہوں تو اس سے کام لیا جاسکتا ہے - مثلاً اگر کسی دہکتے ہوئے برقی لمپ کی مزاحمت دریافت کرنا ہو تو یہ طریقہ استعمال ہوسکتا ہے -

شکل (۴۹)

ام پیما اور اولٹ پیما کے ذریعہ سے مزاحمت کی پیمائش

لیکن اس سے صرف تقریبی جواب کی امید ہوسکتی ہے اگرچہ اس میں سہولت بہت ہے - چونکہ اولٹ پیما اور ام پیما کی سوئیوں کے زاویہ انصراف مشاہدہ کرنا پڑتا ہے اس طریقہ سے جواب میں اتنی صحت کی توقع نہیں ہوسکتی جو "عدم انصراف" کے طریقہ سے ممکن ہے - ایک اور عیب یہ ہے کہ جب تک ام پیما اور اولٹ پیما کی تعییر نہ ہولے ان کے مشاہدات درجہ بندی کی خطاؤں کی وجہ سے چنداں قابل اعتماد نہیں ہوتے۔

پس ظاہر ہے کہ یہ طریقہ صرف ان صورتوں میں اختیار کیا جائے جبکہ محض تقریبی قیمت کی تعیین مقصود ہے۔

فصل (۲) وِیٹسٹون کا پُل

مزاحمتوں کے مقابلہ کے لئے ایک آسان ترتیب تجویز ہوئی ہے جو "وِیٹسٹون کے پل" کے نام سے مشہور ہے۔ اس میں چار مزاحمتیں ف، ق، ر، ش ایک ذو اربعۃ الاضلاع ا ب ج د کے چار ضلعوں کی شکل میں جوڑی جاتی ہیں اب اگر (ا) اور (د) کونوں کو ایک برقی خانہ کے سروں سے ملایا جائے تو (ا) کے پاس جو رَو پہنچیگی اس کا کچھ حصہ ا ب د کے راستے بہیگا اور بقیہ حصہ ا ج د کے راستے۔ پس (ا) سے (د) تک ان دونوں راستوں پر قوہ کا گھٹاؤ پایا جائیگا۔ اگر ف، ق، ر، ش

شکل (۵۰)
وِیٹسٹون کے پل کا اصول

مزاحمتوں کی قیمتوں کو مناسب طور پر ترتیب دیا جائے تو نقطہ (ب) کا قوہ نقطہ (ج) کے قوہ کے ٹھیک مساوی بنایا جاسکتا

ہے۔ ایسی صورت میں (ب) اور (ج) کو کسی رو پیما کے توسط سے ملانے سے برقی رو نہ ہونے کی وجہ سے سوئی منحرف نہ ہونے پائیگی۔ اب ہم یہ دیکھنا چاہتے ہیں کہ یہ کیفیت پیدا ہونے کے لئے مزاحمتوں کی قیمتوں میں کیا نسبتیں ہونی چاہئیں۔

فرض کرو مزاحمتوں ف، ق، ر، ش سے بالترتیب برقی رویں س۱، س۲، س۳، س۴ بھ رہی ہیں اور ا، ب، ج، د پر برقی قوہ بالترتیب ق۱، قب، قج اور قد ہے۔

پل کے ہر بازو پر اوم کے کلیہ کے بموجب استدلال کرنے سے:

ق۱ - قب = س۱ ف .... (۱)

ق۱ - قج = س۲ ق .... (۲)

ق۱ - قب = س۲ ر .... (۳)

قج - قد = س۴ ش .... (۴)

لیکن چونکہ حالیہ صورت میں قب = قج اسلئے ق۱ - قب = ق۱ - قج

∴ س۱ ف = س۳ ر .... (۵)

اسی طرح مساواتوں (۳) اور (۴) سے

س۲ ق = س۴ ش .... (۶)

پس مساوات (۵) کو مساوات (۶) پر تقسیم کرکے

س۱ ف / س۲ ق = س۳ ر / س۴ ش ...... (۷)

لیکن اگر ب ج پر سے کوئی رو نہ بہے تو س۱ = س۲ اور س۳ = س۴ لہذا مساوات (۷) مساوات ذیل میں محول ہوجاتی ہے:

ف / ق = ر / ش .... (۸)

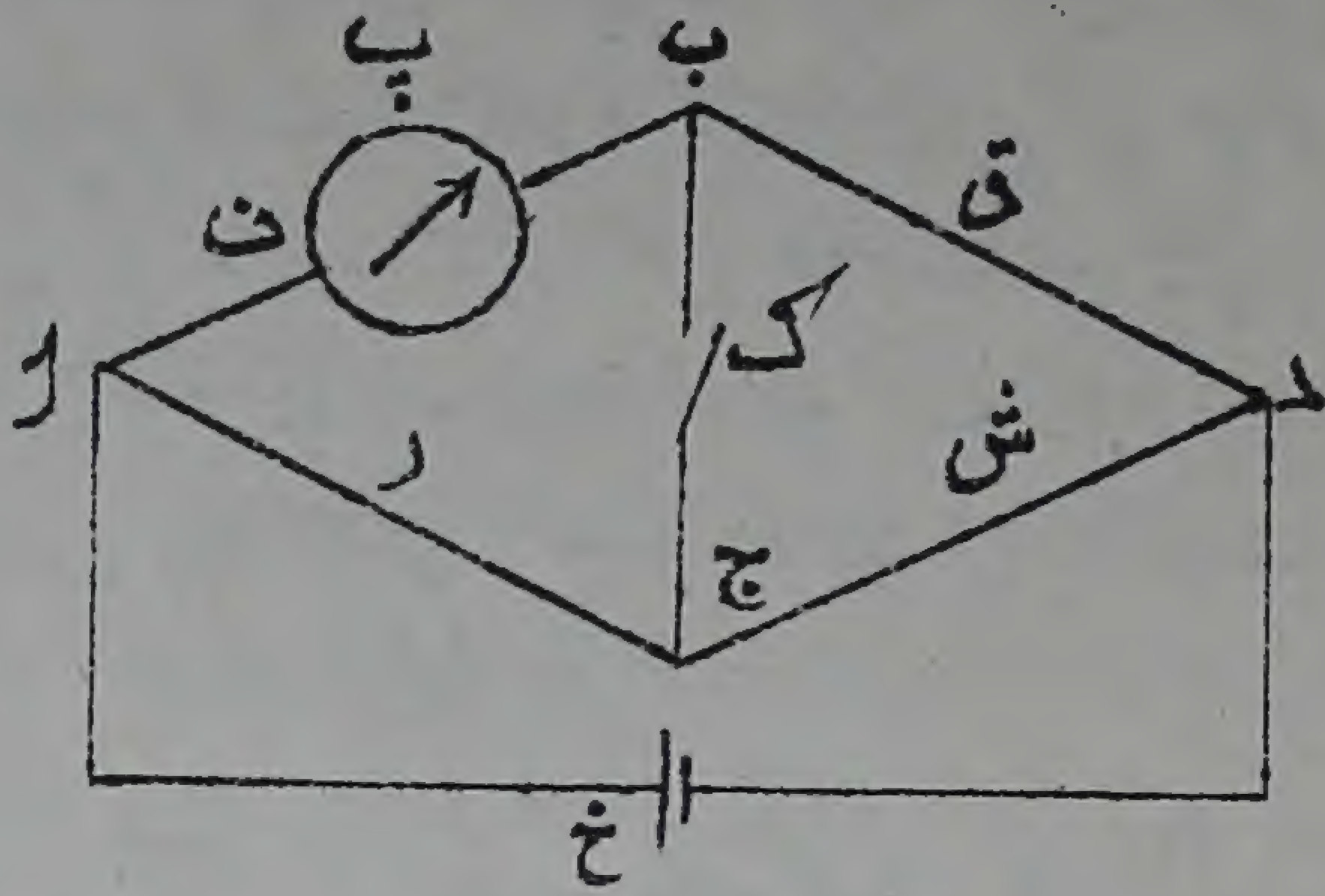
مزدوج موصلوں کے خواص۔ مورچہ یا خانہ کو (ب) اور

(ج) کے مابین، اور رَو پیما کو (ا) اور (د) کے مابین رکھ کر بھی (یعنے خانہ اور رَو پیما کو باہمدیگر تبدیل کرکے بھی) رو پیما پر سے رَو نہ جانے کے لئے یہی شرط ثابت کی جاسکتی تھی ۔ اس لئے (ا) اور (د) کو ملانے والا بازو اور (ب) اور (ج) کو ملانے والا بازو پل کے باہمدیگر **مزدوج بازو** کہلاتے ہیں ۔ عام طور پر موصلوں کے جالے کے دو بازو باہمدیگر مزدوج کہلاتے ہیں جبکہ ان دونوں میں سے ایک ایک پر سے گزرنے والی رو دوسرے کے م، ب کے بالکلیہ غیر تابع ہو ۔ برقی خانہ ب ج یا ا د میں سے کسی ایک بازو میں اگر رکھا جائے تو ان دو میں کے دوسرے بازو پر سے کوئی رَو نہ بہ سکیگی اس لئے ب ج اور ا د اس جالے کے مزدوج بازو ہیں ۔ ب ج اور ا د کو باہمدیگر مزدوج ہونے کے لئے یہ شرط لازمی ہے کہ $\frac{\text{مزاحمت ر}}{\text{〃 ع}} = \frac{\text{مزاحمت فا}}{\text{〃 ق}}$ ۔

کسی تار کی مزاحمت کی تعیین

۔ مساوات (۸) سے ظاہر ہے کہ اگر دو مزاحمتوں کی محض نسبت {مثلاً (د) اور (ش) کی نسبت} اور ایک تیسری مزاحمت کی قیمت (مثلاً ق) معلوم ہو تو چوتھی مزاحمت (ف) دریافت ہو جاتی ہے جبکہ نقطہ (ب) اور نقطہ (ج) کا ایک ہی قوہ ہوتا ہے ۔

رو پیما کی مزاحمت کی تعیین ۔ (لارڈ کلوِن کا طریقہ)

۔ ویٹسٹوں کے پل کے ذریعہ سے برقی رو پیما کی مزاحمت بھی دریافت ہوسکتی ہے ۔ طریقہ یہ ہے کہ رَو پیما کو پل کے بازو ا ب میں رکھ کر اسکی مزاحمت (پ) کو بجائے مزاحمت (ف) تصور کیا جاتا ہے ۔

شکل (۵۱)
برقی رَو کی مزاحمت

چونکہ اب پر سے ایک مستقل رو بہتی ہے رو پیما کی سوئی ایک مستقل زاویہ انصراف بتاتی ہے۔ اگر مزاحمتیں باہم اِس مناسبت سے ترتیب پالیں کہ $\frac{\text{ف}}{\text{ق}} = \frac{\text{ر}}{\text{ش}}$ تو (ب) اور (ج) نقطوں کا قوہ ایک ہی ہوگا اور انکو ملانے سے ب ج پر سے کوئی رو نہ گزریگی۔

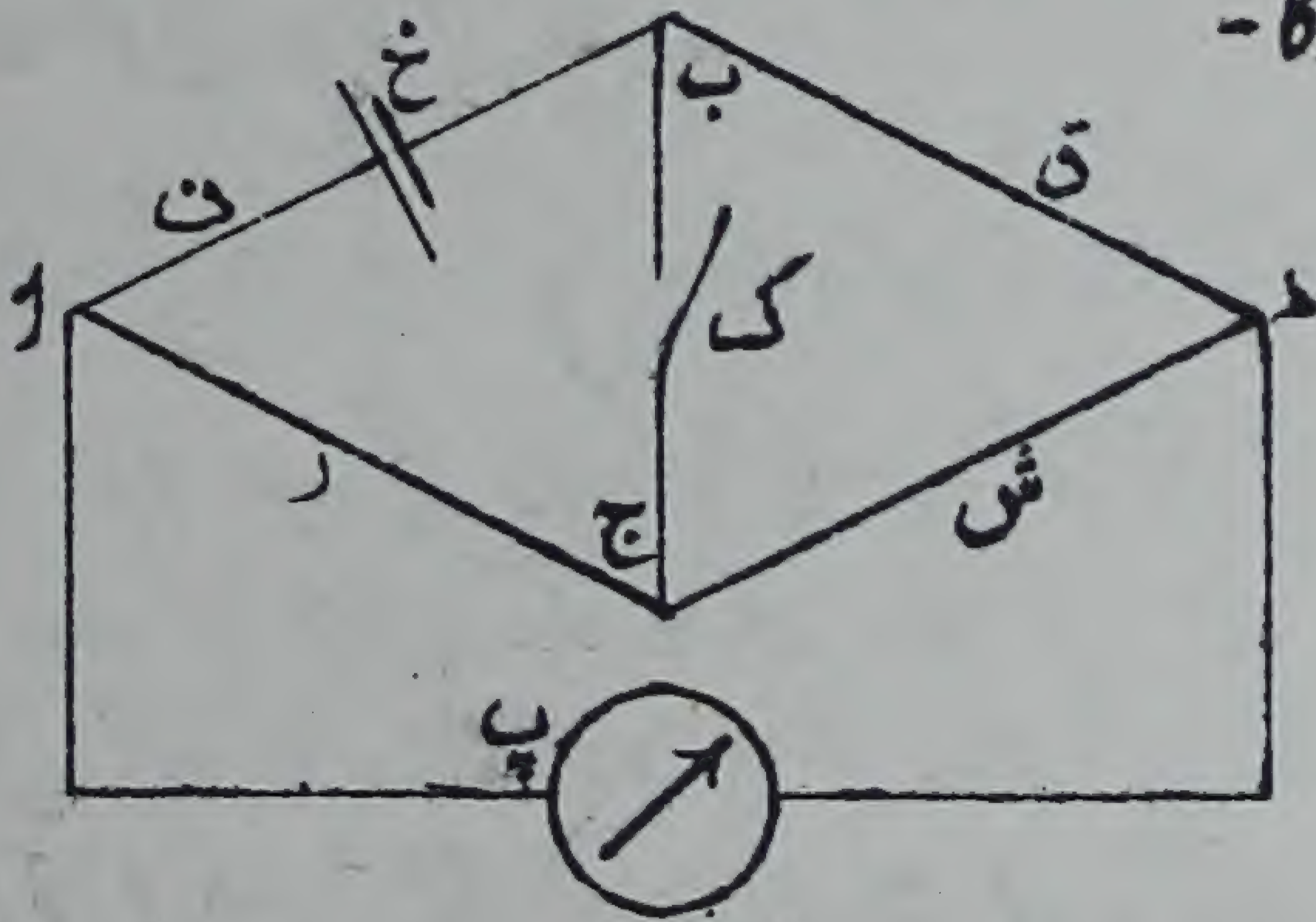
اگر شرط $\frac{\text{ف}}{\text{ق}} = \frac{\text{ر}}{\text{ش}}$ پوری نہ ہو تو (ب) اور (ج) کو ملانے سے بازو ب ج پر سے کچھ نہ کچھ رَو ضرور بہیگی۔ جس کی وجہ سے مزاحمتوں کے جالے کے بقیہ حصّہ میں رَو کی تقسیم میں فرق آجائیگا۔ لہذا رو پیما پر سے گزرنے والی رَو میں بھی تبدیلی وقوع میں آئیگی۔ اس لئے جب تک (ب) اور (ج) ایک ہی قوہ پر نہ آجائیں رَو پیما کے انصراف میں (ب) اور (ج) کو ملانے سے تغیر محسوس ہوگا۔ اس تغیر کی مقدار بازو ب ج

پر سے گزرنے والی رَو کے تابع ہوگی، اس لئے کافی احساس پیدا ہونے کے لئے بازو $\overline{بج}$ کی مزاحمت حتی الامکان قلیل ہونی چاہیے۔ بدیں غرض صرف تانبے کا چھوٹا تار استعمال کیا جاتا ہے۔

مزاحمتوں کو ترتیب دیکر اس حالت پر پہنچایا جاتا ہے کہ (ب) اور (ج) کو ملانے سے رَو پیما کے مسلسل انصراف میں کوئی تبدیلی نہیں پیدا ہوتی۔ تب رو پیما کی مزاحمت (پ) شمار کرلی جاتی ہے، بذریعہ ضابطہ:

$$\frac{پ}{ق} = \frac{ر}{ش} \quad \text{یعنے} \quad پ = ق\frac{ر}{ش}$$

برقی خانہ کی اندرونی مزاحمت کی تعیین۔

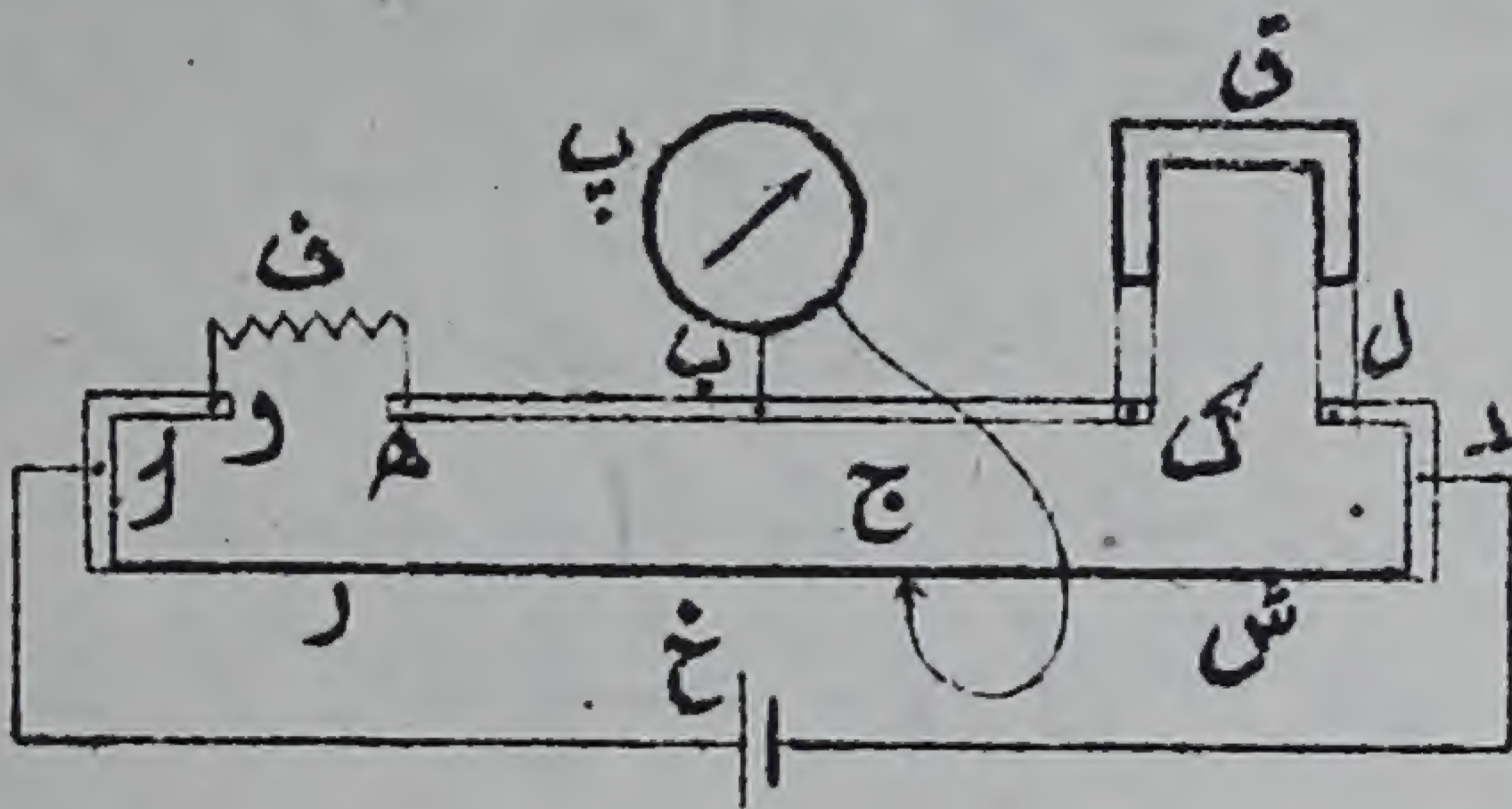
(مینس کا طریقہ)۔ فرض کرو ویٹسٹوں کے پل کے بازو $\overline{اب}$ میں ایک خانہ رکھا جاتا ہے جس کی مزاحمت (خ) ہے۔ اگر $\frac{خ}{ق} = \frac{ر}{ش}$ تو بازو $\overline{بج}$ اور $\overline{اد}$ مزدوج ہونگے اور بازو $\overline{بج}$ پر کسی محرکہ برق کے عمل کرنے سے $\overline{اد}$ کی رَو پر کوئی اثر پیدا نہ ہوگا۔

شکل (۵۲)
مورچہ کی مزاحمت

بازو ا د پر ا ب کے محرکہ برق کی وجہ سے ایک مسلسل رَو بہیگی اس لئے رَو پیما ایک مستقل انصراف بتائے گا۔ اگر
$\frac{خ}{ق} = \frac{د}{ش}$ شرط کی تکمیل ہوتی ہے تو یہ انصراف ب ج پر کسی محرکہ برق کے عمل کرنے سے بدلنے نہ پائیگا۔ اس کے امتحان کے لئے نقطوں (ب) اور (ج) کو ایک نئے برقی خانہ کے قطبوں کے ساتھ ملاکر دیکھا جاسکتا ہے۔

بازو ب ج پر عمل کرنے والے محرکہ برق کی مقدار کوئی اہمیت نہیں رکھتی، ضرورت صرف اس بات کی ہے کہ اس سے امتحان کافی "حساس" ہو۔ یہ ثابت ہوسکتا ہے کہ چھوٹے محرکہ برق لیکن ساتھ ہی بہت قلیل مزاحمت کا خانہ شریک کرنے سے امتحان اتنا ہی باریک یا "حساس" ہوتا ہے جتنا کہ بڑے محرکہ برق اور بڑی مزاحمت کے خانہ کو شریک کرنے سے ہوتا ہے۔
(ب) اور (ج) کو تانبے کے ایک چھوٹے تار کے ٹکڑے سے ملادیا جائے تو گویا ایک قلیل محرکہ برق اور قلیل مزاحمت کا خانہ اس بازو میں رکھدیا جاتا ہے۔ پس اگر (ب) اور (ج) کو ایسے تار کے ذریعہ ملانے سے رَو پیما کے انصراف میں کوئی تبدیلی نہیں محسوس ہوتی ہے تو سمجھنا چاہئے کہ پل کی مزاحمتوں خ، ق، د، ش میں $\frac{خ}{ق} = \frac{د}{ش}$ کا تعلق بالکل ٹھیک ترتیب پایا ہے۔

میتری تار کا پل

ایک سیدھے تار کے ذریعہ بھی ویٹسٹون کے پل کا عمل کیا جاسکتا ہے۔ چونکہ عموماً ایک میتر لمبا تار استعمال ہوتا ہے اسلئے اس کو میتری پل کہتے ہیں۔

ایک تختہ پر (ا) اور (د) دو نقطوں کے مابین ایک یکساں تار سیدھا بچھا دیا جاتا ہے۔ اس کے سرے تانبے کی دو موٹی پٹیوں کے ذریعہ (جنکی مزاحمت ناقابل لحاظ ہوتی ہے) بند پیچوں (و) اور (ل) کے ساتھ ملا دیئے جاتے ہیں۔(و) اور (ل) کی سیدھ میں ان سے کچھ فاصلہ چھوڑکر ایک دوسری پٹی ھک جمائی جاتی ہے۔ اسپر تین بند پیچ ھ، ب، اور ک لگے ہوئے ہوتے ہیں۔ غیر معلوم مزاحمت (ف) کو بند پیچوں (و) اور (ھ) سے باندھ دیا جاتا ہے، اور ایک دوسری معلوم مزاحمت مناسب مقدار کی (یعنے زیر امتحان مزاحمت سے جو بہت زیادہ مختلف نہ ہو) پیچوں (ک) اور (ل) سے باندھ دی جاتی ہے۔ مزاحمتوں کو آلہ کے مختلف بندوں سے ملانے کے لئے موٹے تار کے چھوٹے ٹکڑے استعمال کئے جانے چاہئیں تاکہ کوئی مزید غیر

شکل (۵۳)
میٹری پل

معلوم مزاحمتیں شریک دور نہ ہو جائیں۔ ایک متحرک تماس کی کنجی تختہ پر پھسلائی جاتی ہے تاکہ تار کے جس مقام پر تماس کرانا مقصود ہو کنجی کو پھسلا کر تماس کرایا جائے۔ تماس کا ٹھیک

مقام ایک ثابت پیمانہ پر پڑھ لیا جاتا ہے۔ کنجی کو دبانے سے تار گویا دو حصّوں میں منقسم ہوتا ہے اور یہ حصّے میتری پل کے "نسبت نما بازو" کہلاتے ہیں۔
تجربہ کرتے وقت ایک برقی خانہ پل کے بند پیچوں (د) اور (ڈ) کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ رَو کا بیکار صرفہ نہ ہونے کی غرض سے خانہ کے ساتھ ایک کنجی بھی شریک کردی جاتی ہے تاکہ صرف مشاہدہ کرتے وقت رَو کو چالو کیا جائے۔ وسطی پیچ (ب) اور متحرک تماس کی کنجی (ج) ایک رَو پیما (پ) کے توسط سے ملائے جاتے ہیں۔ مبتدیوں کے تجربوں میں اکثر اچل رَو پیما استعمال ہوتا ہے۔ کوشش اس بات کی کی جاتی ہے کہ (ج) کا تماس تار کے ساتھ ایسے مقام پر ہو کہ رَو پیما کی سوئی منصرف نہ ہونے پائے۔ پہلے کنجی کو تار کے ایک سرے کے پاس دباکر دیکھنا چاہئے کہ انصراف کس سمت میں ہوتا ہے اور پھر اس کو تار کے دوسرے سرے کے پاس لیجاکر دبانا چاہئے۔ اگر اب انصراف مخالف سمت میں ہو تو ظاہر ہے کہ توازن کا مقام کنجی کے ان دو مقاموں کے مابین کسی ایک جگہ ہوگا۔ اور اگر کنجی کو دوسرے سرے کے پاس لیجانے پر بھی سوئی پیشتر ہی کی سمت میں منصرف ہوئی تو اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ یا تو (ف) اور (ق) مزاحمتوں میں بہت بڑا تفاوت ہے یا نہیں تو پل کے جوڑ صحیح طور پر نہیں ملائے گئے۔ جب تک (ف) اور (ق) کم از کم ایک ہی درجہ مقدار کی مزاحمتیں نہ ہوں نتیجہ صحیح نہیں نکل سکتا۔ اگر مزاحمتیں موزوں اور مناسب ہیں تو عدم انصراف کا مقام تار کے تقریباً وسطی حصہ میں کسی جگہ مل جائیگا۔ بہر صورت مقام توازن تار کے وسطی تہائی حصہ میں کہیں ہونا چاہئے۔
چونکہ سوئی کے اہتزاز کی وجہ سے تجربہ میں بہت وقت ضائع

جاتا ہے ۔ اگر سوئی کے انصراف کے گھٹانے اور بڑھانے کا طریقہ طالب علم کے ذہن نشین ہو جائے تو بہت وقت بچ سکتا ہے۔ فرض کرو جب تار کے ایک سرے کے پاس کنجی کا تماس ہوتا ہے تو سوئی موافقِ سمت ساعت منصرف ہوتی ہے ۔ انصراف بڑھانے کے لئے واضح ہے کہ تماس ایسے وقت کرایا جانا چاہئے جبکہ سوئی موافق سمت ساعت جارہی ہو اور ایسے وقت تماس توڑ دیا جائے جبکہ سوئی اس کے مخالف سمت میں جاتی ہے ۔ اسی طرح انصراف کو گھٹا کر سوئی کو وضع سکون میں لانے کے لئے تماس سوئی مخالف سمت ساعت جاتے وقت کیا جانا چاہئے اور موافق سمت ساعت جھومتے وقت منقطع کرنا چاہئے ۔

بصحت ممکنہ نقطہ توازن معلوم کر لینے کے بعد پیمانہ پر تار کے طول اج = ل۱ اور جد = ل۲ پڑھ لئے جائیں ۔

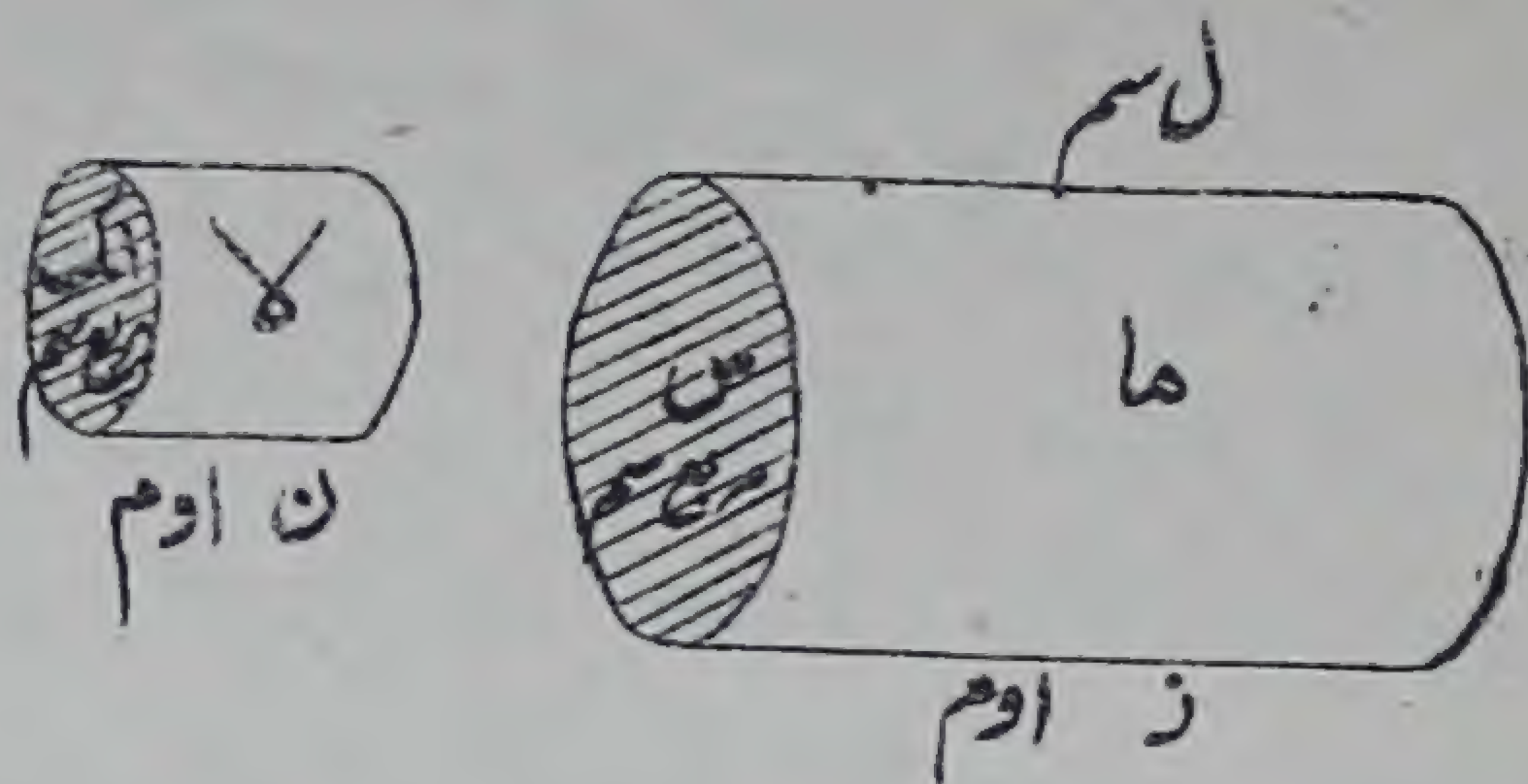
تب $\frac{ف}{ق} = \frac{ر}{ش}$

$= \frac{ل_1}{ل_2}$ اسلئے کہ تار یکساں فرض کر لیا گیا ہے ۔

پس $ف = ق \times \frac{ل_1}{ل_2}$

مزاحمیّت یا نوعی مزاحمت

ایک سنتی میٹر طول اور ایک مربع سنتی میٹر عمودی تراش کے تار کی مزاحمت کو اس کے مادّے کی مزاحمیت یا نوعی مزاحمت کہتے ہیں ۔

فرض کرو (لا) ایک سنٹی میٹر طول اور ایک مربع سنٹی میٹر تراش عمودی کا ایک تار ہے۔ اور اس کی مزاحمت (ن) اوم ہے۔ واضح ہو کہ تار کی عمودی تراش کی شکل کچھ بھی ہو سکتی ہے اہمیت شکل کو نہیں محض رقبہ کو ہے۔ فرض کرو (ھا) اسی مادے کا ایک دوسرا تار ہے جو (ل) سم طول اور (س) مربع سم تراش عمودی کا رقبہ رکھتا ہے۔ اس کی مزاحمت (ذ) اوم فرض کرو۔ چونکہ کسی تار کی مزاحمت اس کے طول سے راست نسبت

شکل (۵۲)
نوعی مزاحمت

رکھتی ہے اور (ھا) تار (لا) سے (ل) گنا لمبا ہے، اس طول کے تفاوت کی وجہ سے (ھا) کی مزاحمت (لا) کی مزاحمت کی (ل) گنا ہوگی۔ معہٰذا تراش عمودی کے ساتھ چونکہ مزاحمت کو عکسی نسبت ہے، اور (ھا) کا رقبۂ تراش عمودی (لا) کے رقبۂ تراش عمودی کا (س) گنا ہے اس لئے (ھا) کی مزاحمت (لا) کی مزاحمت کی $(\frac{1}{س})$ ہوگی۔ بنابریں

$$ذ = \frac{ل ن}{س}$$

$$یا \quad ن = \frac{ذ س}{ل}$$

پس اگر تار کی مزاحمت (ذ)، طول (ل)، اور تراش عمودی (س) ناپ لئے جائیں تو (ن) یعنے تار کے مادّے کی نوعی مزاحمت دریافت ہوجاتی ہے۔ یہ مزاحمت یا نوعی مزاحمت اکائی عمودی تراش کے تار سے متعلق اوہموں میں فی اکائی طول بتائی جاسکتی ہے۔ اس کے ابعاد، اوم اور سنٹی میٹر کے مضروب کے ابعاد ہیں۔ (اوم × سم)

تجربہ (۴۹)۔ میتری پل کے ذریعہ کسی تار کی نوعی مزاحمت کی تعیین۔ تقریباً ایک میتر لمبا ایک تار لو جو سیدھا اور موڑ یا کجی وغیرہ سے پاک ہو۔ اس کا جتنا حصّہ بند ہیچوں کے مابین شریک کیا جائیگا اس کو قریب ترین ملی میتر تک صحیح ناپ لو۔ اور بہت احتیاط کے ساتھ خردہ پیما پیچ کے ذریعہ تار کا قطر اس کے مختلف مقاموں پر ناپ کر ان کا اوسط نکالو۔ چونکہ تراش عمودی کا رقبہ (س) = $\frac{\pi ط^2}{4}$ جہاں (ط) تار کا قطر ہے، رقبہ کو قطر کے مربع کے ساتھ راست نسبت ہے اس لئے (ط) کی پیمائش میں جو فیصد خطاء ہوگی (ط^2) یا سطح کی پیمائش میں اس کی وجہ سے اس کی دو چند خطا پیدا ہوگی۔ اس اہمیت کی وجہ سے قطر کے ناپنے میں بہت احتیاط برتنی چاہئے۔ طول سنٹی میتروں میں ناپا جائے۔

اب تار کو پل کی کسی ایک مزاحمت مثلاً (ف) کے عوض داخل کرکے بطور اسکی نظیری مزاحمت کے یعنے بجائے (ق)، (ملاحظہ ہو شکل (۵۳)) ایک اختیاری اوہموں کی بکس شریک کرو۔ بکس کو بند ہیچوں سے ملانے کے لئے موٹے تانبے کے تار استعمال کئے جانے چاہئیں۔ اور تماس کے مقام گھس کر خوب صاف

کردیئے جائیں - مورچہ اور رَو پیما کو پل میں اسی انداز سے ترتیب دیا جائے جیسا کہ شکل مذکور میں بتایا گیا ہے - ڈانیل کا خانہ اور اچل رَو پیما اگر استعمال ہوں تو مناسب ہوگا - اعشاری اوم کی بکس سے ایک اوم مزاحمت نکال کر شریک دُور کرو - متحرک کنجی کو تار پر سے پھسلاؤ اور متعدد مقاموں پر تار کے ساتھ اس کا تماس کراو - لیکن یاد رہے کہ کنجی تار پر سے حرکت کرتے ہوئے تار کے ساتھ تماس نہ کرلے، ورنہ تار کی یکسانیت میں فرق آجائیگا اور اس لئے پل کی صحتِ عمل بگڑ جائیگی -

تار کے دو ایسے مقام دریافت کرو جہاں کنجی کو دبانے سے معیّن انصراف پیدا ہوتے ہیں لیکن ایک جگہ کا انصراف دوسری جگہ کے انصراف کے مخالف سمت میں ہوتا ہے -

ان مقاموں کے مابین کنجی کو دبانے سے باری باری سے ایسے دو دو مقام ہاتھ آئینگے جہاں سوئی کا انصراف مخالف سمتوں میں ہوگا اور بہ نسبت پیشتر کے گھٹا جائیگا - ممکن ہے آخر چلکر ایسے دو مقام دریافت ہوں کہ سوئی کا انصراف یہاں ناقابل لحاظ ہے اگرچہ ان سے بعید تر مقاموں پر کچھ نہ کچھ انصراف ضرور مشاہدہ ہوتا ہے - ایسی صورت میں نقطہ توازن تار کے ان دونوں مقاموں کے ٹھیک بیچ کا نقطہ مان لیا جاسکتا ہے -

تب تار (ف) کی مزاحمت پل کے ضابطہ

$$ف = \frac{ل_۱}{ل_۲} ق$$ کے ذریعہ شمار کرلی جاسکتی ہے -

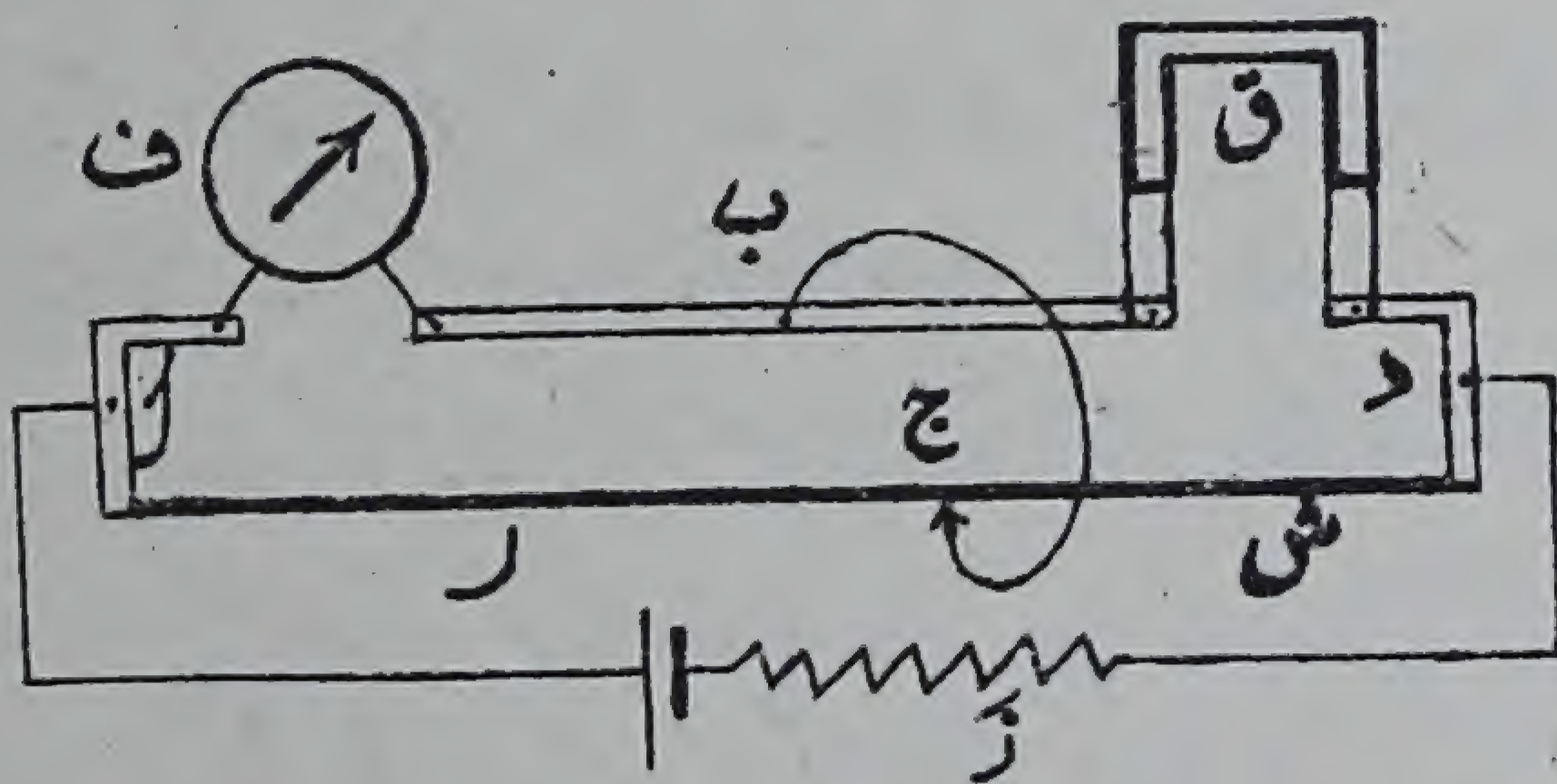
جس میں (ق) بکس سے نکالی ہوئی مزاحمت ہے، $ل_۱$، (۲) سے لیکر (ج) تک تار کا طول ہے اور $ل_۲$، (ج) سے (د) تک بقیہ طول ہے -

نقطہ (ج) پیتری تار کے وسطی تہائی حصہ میں ہونا چاہئے۔ ورنہ مزاحمت (ق) کے لئے ایک دوسری مناسب قیمت تجویز کیجائے تاکہ نقطہ توازن (ج) تار کے اس حصہ میں منتقل ہو۔ بہر صورت (ق) کو باری باری سے تبدیل کرکے تار کے مصرحہ حصہ میں توازن کے مقام بالترتیب دریافت کرلئے جائیں۔ اگر تجربہ میں کافی احتیاط برتی جائے تو مزاحمت (ف) کی جو قیمتیں اس طرح دریافت ہونگی تقریباً بالکل مساوی ہونگی۔ ان کا اوسط نکال کر اس کو (ف) کی صحیح قیمت قرار دیا جاے۔

مزاحمت دریافت ہوجانے کے بعد چونکہ پہلے ہی سے تار کے ابعاد معلوم کرلئے گئے ہیں اس کے مادّے کی نوعی مزاحمت ضابطہ ذیل کی مدد سے شمار کرلی جاسکتی ہے:

$$ن = \frac{رس}{ل}$$

تجربہ (۵۰)۔ رو پیما کی مزاحمت کی تعیین

پیتری تار کے پل کو شکل (۵۵) کی طرح ترتیب دو۔ (ق) ایک

شکل (۵۵)
رَو پیما کی مزاحمت کی تعیین

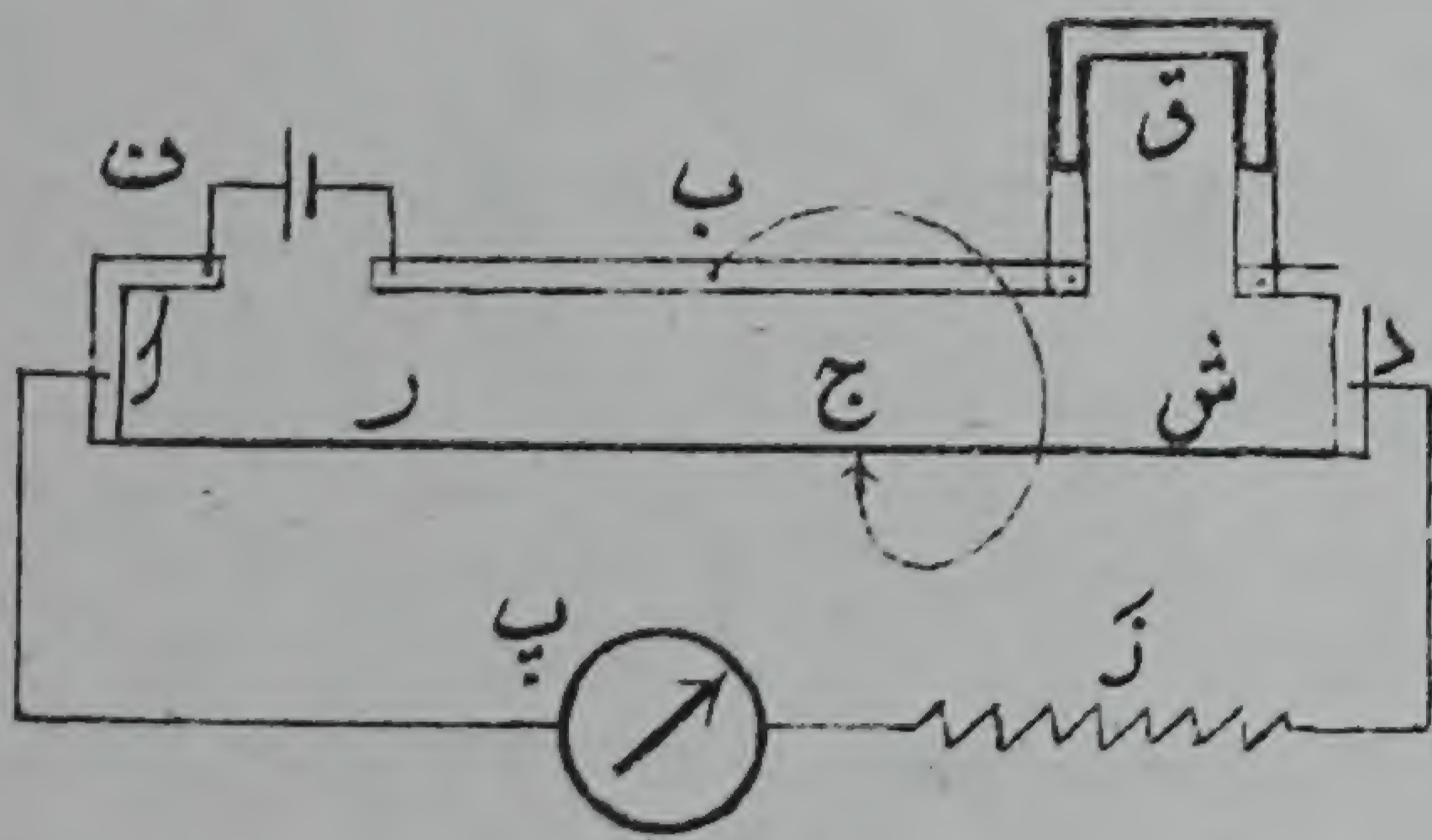
اعشاری اوموں کی بکس ہے جس میں استعمال کے لئے ابتداءً ایک اوم کی مزاحمت نکالی جاتی ہے۔ (ذ) ایک بڑی مزاحمت ہے جس کی قیمت معلوم کرنے کی ضرورت نہیں۔ مزاحمت (ف) یہاں خود رو پیما کی مزاحمت ہے جس کو پل کے ایک بازو میں جوڑ دیا گیا ہے۔ پل کے بند پیچ (ب) کو میٹری تار کے ساتھ ملاکر نقطہ توازن دریافت کرنے کے لئے موٹے تانبے کے تار کا ایک چھوٹا ٹکڑا استعمال کیا جائے۔ ظاہر ہے کہ (ا) اور (د) کو برقی خانہ کے قطبوں سے ملاتے ہی رو پیما پر سے ایک رو بہیگی جس سے اس کی سوئی ایک مستقل زاویہ میں منصرف ہوگی۔ پل کی مزاحمتوں کے توازن کی صورت میں یہ انصراف (ب) اور (ج) کو پہلوان تماس کی کنجی کے ذریعہ ملانے پر بھی تبدیل نہ ہوگا۔ جب اس شرط کی تکمیل ہوتی ہے ب ج پر سے کوئی رو نہیں گزرتی ہے اور (ب) کا قوہ (ج) کے قوے کے مساوی ہوتا ہے۔ پس

$$\frac{ف}{ق} = \frac{ل}{ش}$$

مورچہ والے بازو میں اگر کنجی شامل کی جاتی ہے تو چاہیے وہ ڈاٹ کنجی ہو نہ کہ دبانے یا کھٹانے کی اس لئے کہ متحرک تماس کی کنجی (ج) کو دباکر تار کے ساتھ تماس پیدا کرنے سے پہلے پل پر سے ایک ہموار برقی رو کا بہنا ضرور ہے۔ اگر اس ہموار رو کی وجہ سے رو پیما کا انصراف کثیر ہے تو ظاہر ہے کہ (ج) کو تار سے چھونے سے اس انصراف میں قلیل تغیر پیدا ہوگا۔ پل پر سے جانے والی رو کو گھٹا کر انصراف میں تخفیف کرنے کے لئے مورچہ کے ساتھ مزاحمت کی ایک بکس (ذ) ہمسلسلہ جوڑ دی جاسکتی ہے۔ اگر رو پیما آئینہ دار متحرک مقناطیسی سوئی کا ہے تو اس پر کنٹرول (قابو) رکھنے والے مقناطیس کے ذریعہ

رو پیما کے منور نشان کو پیمانہ پر واپس لا لیا جاسکتا ہے۔
یہ طریقہ عملاً مشکل ہے اس لئے کہ تجربہ کے آغاز سے اختتام تک تمام مدت سوئی کا انحراف معتدبہ ہوتا ہے اور اکثر اوقات سوئی ایسی وضع میں آکر ٹھہرتی ہے جہاں رو پیما کی حساسیت بہت قلیل ہوتی ہے۔ اس صورت میں تماس کی کنجی (ج) کو تار پر کافی دور ہٹانے پر بھی سوئی کے انحراف میں قابل لحاظ تغیر پیدا نہیں ہوتا۔ پس میٹری پل کے ذریعہ یہ تجربہ چنداں زیادہ حساس نہیں ہوسکتا۔ اس کے بجائے اگر پوسٹ آفس کی بکس (مناسب طریقہ پر) استعمال کی جائے تو نتیجہ بہت زیادہ صحیح نکلیگا۔ (ملاحظہ ہو تجربہ ۵۳)۔

تجربہ (۵۱)۔ برقی خانہ کی مزاحمت کی تعیین

جس خانہ کی مزاحمت دریافت کرنا ہو اس کو غیر معلوم مزاحمت (ف) کی جگہ پل کے ایک پہلو میں رکھو۔ رو پیما کو پل کے دونوں انتہائی سروں (ا) اور (د) سے ملادو۔ اس کے ساتھ ہی رو پیما

شکل (۵۶)
برقی خانہ کی مزاحمت کی تعیین

پر سے ایک مسلسل رو گزریگی - کنجی (ج) کو تار پر بتدریج ہٹا کر ایسے مقام پر رکھو کہ اس کے تماس سے رو پیما کے انصراف میں تغیر

پیدا نہ ہو - جب یہ شرط پوری ہوگی $\frac{ف}{ق}$ اور $\frac{ل}{ش}$ مساوی

ہو جائنگے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۷۴) - اگر رو پیما کا مسلسل انصراف ضرورت سے زیادہ ہو تو رو پیما کے ساتھ ایک مناسب مزاحمت (ذ) ہمسلسلہ جوڑی جاسکتی ہے تاکہ اس پر سے بہنے والی رو گھٹ جائے - واضح ہو کہ خانہ کی مزاحمت کے تجربہ میں آلات کو اسی طرح ترتیب دیا جاتا ہے جس طرح رو پیما کی تعیین کے لئے کیا جاتا ہے صرف خانہ اور رو پیما کے محل باہمدیگر بدلدئے جاتے ہیں، یعنے پہلے جہاں خانہ رکھا گیا تھا وہاں اب رو پیما رکھتے ہیں اور رو پیما کی جگہ خانہ - ابتداءً مزاحمت (ق) ایک اوم کے برابر لی جاتی ہے اور کنجی (ج) کے تماس کا ٹھیک مقام معلوم کرلیا جاتا ہے -

اگر (ق) کو ایک اوم کے مساوی لینے سے رو پیما کے مسلسل انصراف کے عدم تغیر کے لئے کنجی کے تماس کا مقام تار کے وسطی تہائی حصہ میں دریافت نہ ہو تو (ق) کو حسب ضرورت بدل دیا جائے - اس کے بعد ضابطہ ذیل سے خانہ کی مزاحمت کی صحیح تخمین کی جاتی ہے:

$$خ = ق \frac{ل_1}{ل_2}$$

پوسٹ آفس کی بکس

ویٹسٹون کے پل کے بیان میں ہم نے بتایا ہے کہ جب پل

"حالت توازن میں ہوتا ہے" تو اس کی چار مزاحمتیں ف، ق، د، ش جو ایک متوازی الاضلاع کے چار ضلعوں کے متماثل قرار دی جاسکتی ہیں، باہمدیگر یہ ربط رکھتی ہیں:

$$\frac{ف}{ق} = \frac{د}{ش}$$

اگر (ف) اور (ق) کی نسبت اور (د) کی قیمت معلوم ہوں تو بقیہ مزاحمت (ش) جس کی قیمت پہلے معلوم نہ تھی اب معلوم ہوجاتی ہے۔

پوسٹ آفس کی بکس بھی ویٹسٹون کے پل کی ایک مثال ہے۔ اس میں پل کے تین پہلوؤں کی جگہ مزاحمتوں کے پچھوں کے تین سلسلے ترتیب دیئے جاسکتے ہیں، جن میں سے دو تو نسبت نما پہلوؤں (ف اور ق) کا کام دیتے ہیں اور تیسرا سلسلہ معلوم مزاحمت (د) کے پہلو کی طرح، لیکن زیادہ سہولت کے ساتھ (اسلیئے کہ اس کو حسب ضرورت نہایت آسانی کے ساتھ گھٹایا یا بڑھایا جاسکتا ہے)، استعمال کیا جاتا ہے۔

نسبت نما پہلوؤں (ف) اور (ق) کی مزاحمتیں متماثل اور مساوی ہوتی ہیں۔ مثلاً ایک ایک پہلو ۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ اور بعض اوقات ۱۰۰۰۰ اوم کے پچھوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ پچھے بکس کے اندر اس طرح رکھے جاتے ہیں کہ ان کو جوڑنے والے پیتل کے ٹکڑوں سے بکس کے اوپر ایک قطار بن جاتی ہے۔ پل کا تیسرا پہلو (د) بکس کی بقیہ تمام مزاحمتوں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان مزاحمتوں کی ترتیب مختلف وضع کی بکسوں میں مختلف ہوتی ہے، لیکن بکس کو ذرا غور کیساتھ دیکھنے سے معلوم ہوجاتا ہے کہ نسبت نما پہلو کون سے ہیں، اور تیسرا یعنے ترتیب پذیر مزاحمت کا پہلو کونسا ہے۔ معہذا یہ بھی آسانی سے معلوم ہوسکتا ہے کہ بکس پر ویٹسٹون کے پل کے سرے

کہاں کہاں واقع ہیں یعنے شکل (۵۰) کے نقطے ا، ب، ج، د
بکس پر کہاں ہیں۔ شکل مذکورہ میں طالب علم کو معلوم ہے کہ برقی
خانہ پل کے سروں (ا) اور (د) سے ملادیا گیا ہے اور رو پیما سروں
(ب) اور (ج) سے۔ لیکن یہ بھی بتادیا گیا ہے کہ خانہ کی جگہ
اگر رو پیما کو اور رو پیما کی جگہ خانہ کو شریک کیا جائے تو بھی پل
کا وہی عمل ہوگا۔ ایک کھٹکھٹانے کی کنجی برقی مورچہ کے دور

شکل (۵۷)
پوسٹ آفس کی بکس کی دو قسمیں

میں شامل کی جانی چاہئے اور دوسری ایسی ہی کنجی رو پیما کے دور
میں۔ بہتر قسم کی بکسوں میں یہ کنجیاں خود بکس ہی کے اندر موجود
ہوتی ہیں۔ اور بکس کی آبنوسی تختی پر سفید لکیروں سے ان کنجیوں
اور پل کے سروں یا کونوں کا تعلق بتا دیا جاتا ہے۔ پہلے مورچہ
والی کنجی کو دبایا جائے تاکہ ذاتی امالیت کے اثرات سے پیچیدگی
نہ پیدا ہو۔

بعض اوقات ایک دو طرفی کنجی استعمال کی جاتی ہے جس کے
تماس سے پہلے مورچہ دور میں شامل ہوتا ہے اور پھر بعد میں رو پیما
داخل ہوتا ہے۔

جس مزاحمت کی پیمائش مقصود ہے اس کو تانبے کے موٹے

تاروں کے ذریعہ بکس کے نقطوں (ج) اور (د) کے ساتھ ملا دینا چاہئے۔ عموماً ان تجربوں میں آئنہ دار رَو پیما، خواہ متحرک مقناطیس یا متحرک لچھے کی قسم کا ہو، استعمال ہوتا ہے۔ کتاب کے آخری باب میں رَو پیماؤں کے بیان کے ساتھ اس قسم کے آلوں کا بھی ذکر آیا ہے۔ دیکھ لیا جائے۔

اکثر بکسوں کی آبنوسی تختی پر مختلف جگہ پر انگریزی حروف لکھے ہوئے ہوتے ہیں:- B، B، E، L اور G۔ ان کا مفہوم بالترتیب "بیٹری" (مورچہ)، "زمین"، "لائین" اور گلونا میٹر (رو پیما) ہے۔

اگر بکس کو ان اشاروں کے بموجب مزاحمت، مورچہ اور رَو پیما کے ساتھ ملایا جائے تو تجربہ علی العموم کامیاب ہوتا ہے، لیکن محض ان اشاروں کی تقلید کرنے سے طالب علم کو کوئی فائدہ حاصل نہ ہوگا۔ اُس کو چاہئے نقشہ کھینچکر بکس کے جوڑوں کا آپس میں تعلق معلوم کرلے اور پھر اس کو ویٹسٹون کے پل کے انداز پر استعمال کرے۔

رو پیما کا شنٹ (یا عاطف)۔ اگر رو پیما بہت حسّاس ہے تو اس کے ساتھ ایک **شنٹ** استعمال ہونا چاہئے تاکہ اس کی حسّاسیت حسب ضرورت تخفیف کردی جاسکے۔ شنٹ کی سادہ ترین صورت ایک مزاحمت کی ہے جو رَو پیما کے ساتھ ہمتوازی جوڑ دی جاتی ہے، جیسا کہ شکل (۳۸) میں بتایا گیا ہے نازک رو پیماؤں کے ساتھ ایک بکس مہیا کی جاتی ہے جس میں شنٹ کی کئی ایک مزاحمتیں ہوتی ہیں۔ ان پر بالترتیب $\frac{1}{9}$، $\frac{1}{99}$، $\frac{1}{999}$ وغیرہ کسریں کندہ کی ہوئی ہوتی ہیں۔ اس کا یہ مفہوم ہے کہ یہ مزاحمتیں بالترتیب رو پیما کی مزاحمت کا $\frac{1}{9}$، $\frac{1}{99}$ اور

$\frac{1}{999}$ حصہ ہوتی ہیں۔ جس تجربہ کا یہاں ذکر ہو رہا ہے اس کو شروع کرتے وقت ڈاٹ کو $\frac{1}{999}$ والے نشان کے سوراخ میں جما دینا چاہئے ایسی حالت میں رَو پیما کے دَور میں سے جو برقی رَو گزریگی اس کا صرف ہزارواں حصہ رَو پیما کے لچھوں پر سے بہیگا اس لئے رو پیما کی حساسیت بہت قلیل ہوگی۔ بکس کی مزاحمتوں وغیرہ کو ترتیب دے کر جب تقریبی توازن کی کیفیت پیدا کردی جائیگی اس وقت ڈاٹ کو پہلے سوراخ سے نکال کر $\frac{1}{99}$ یا $\frac{1}{9}$ نشان کے سوراخ میں رکھا جا سکتا ہے۔ مزاحمتوں کی ضروری ترتیب کے بعد بالآخر ڈاٹ سوراخ سے نکال لی جائے تاکہ اگر توازن میں نقص ہو تو پوری رَو رَو پیما پر سے گزرے۔ اس صورت میں جبکہ آلات کی ترتیب حساس ترین ہوگی نتیجہ صحیح ترین برآمد ہو سکیگا۔

تجربہ (۳۲)۔ پوسٹ آفس کی بکس کے ذریعہ ایک تار کی مزاحمت کی تعیین۔

پوسٹ آفس کی بکس کو ویٹسٹون کے پل کے انداز پر رکھتے ہوئے تار، مدرجہ اور رو پیما کے ساتھ جوڑ دو۔

اس کے بعد پل کے "نسبت نما بازوؤں" میں سے ۱۰، ۱۰ اوم والی مزاحمتوں کی ڈاٹیں نکال لو۔ اب (ف) اور (ق) مزاحمتوں میں ۱۰، ۱۰ یعنے مساوات کی نسبت ہوگی۔ جب پل کا توازن قائم ہو جائیگا تو بکس کے تیسرے بازو میں سے جو مزاحمت (ر) نکالی جائیگی دی ہوئی غیر معلوم مزاحمت (ش) کے مساوی ہوگی۔ اگر رَو پیما کے ساتھ شنٹ کی بکس بھی موجود ہو تو $\frac{1}{999}$ والا شنٹ استعمال کیا جائے اور یہ بھی دیکھ لیا جائے کہ (ر) مزاحمت والے بازو کی سب ڈاٹیں اپنی اپنی جگہ پر ہیں۔ دَور کی دونوں کنجیوں کو تھوڑے سے وقفہ کے لئے دباؤ اور دیکھو۔

رو بیما کا آئینہ کس سمت میں پھرتا ہے۔ چونکہ غالباً یہ زاویہ انطراف بہت بڑا ہوگا اس لئے تجربہ کی موجودہ حالت میں یہی مناسب ہے کہ خود آئینہ پر نظر رکھی جائے نہ کہ نور کے نشان پر جو اس سے منعکس ہوکر رو بیما کے پیمانہ پر حرکت کرتا ہے۔ اس کے بعد (د) کی مزاحمتوں میں سے "لاتناہی" نشان کی ڈاٹ کو نکال لیا جائے اور پھر کنجیوں کو دباکر دیکھا جائے آئینہ کس سمت میں منصرف ہوتا ہے۔ انصراف کی سمت اب پہلے کی سمت کے مخالف ہوگی۔ پس تجربہ کرنے والے کو اس سے معلوم ہوجائیگا کہ بکس میں سے جو مزاحمت (د) نکالی جاتی ہے ضرورت سے زیادہ ہے یا کم۔

لاتناہی نشان کی ڈاٹ کو اس کی جگہ بکس میں جمادو اور ایک دوسری مزاحمت (مثلاً ۱۰۰۰ اوم) والی ڈاٹ نکال کر دیکھو آئینہ کس سمت میں منصرف ہوتا ہے۔ اس سے پتہ چل جائیگا کہ آیا یہ مزاحمت ضرورت سے زیادہ ہے یا کم۔ اسی طریقہ پر عمل پیرا ہوکر دریافت کرو مزاحمت (د) کن حدود کے اندر واقع ہے۔ چونکہ مزاحمت (ش) مزاحمت (د) کے مساوی ہوگی طریقہ بالا سے (ش) کی قیمت قریب ترین اوم تک صحیح معلوم ہوجائیگی۔ مثلاً فرض کرو (ش) کی قیمت اس طرح ۶ اور ۷ اوم کے مابین دریافت ہوتی ہے۔

اب (ش) کی قیمت اعشاریہ کے پہلے مقام تک صحیح دریافت کیجاسکتی ہے۔ یعنے ۰ء۱ اوم تک اس کی صحیح پیمائش ہوسکتی ہے۔ نسبت نما بازوؤں کی مزاحمتوں میں ۱۰ اور ۱ کی نسبت قائم کرنے کے لئے (ف) والے بازو کے ۱۰۰ اوم کے کھچے میں سے ڈاٹ نکال کر اس کے ۱۰ اوم کے کھچے میں رکھدی جائے۔ اس سے (ف) کی مزاحمت ۱۰۰ اوم

ہو جائیگی اور چونکہ (ق) کی مزاحمت ۱۰ اوم ہی رکھی گئی ہے لہذا اب (ف) اور (ق) مزاحمتوں میں نسبت ۱۰۰ : ۱۰ یعنے ۱۰ : ۱ ہوگی پس جب پل کی مزاحمتوں میں توازن قائم کیا جائیگا تو مزاحمت (د) دی ہوئی مزاحمت (ش) کی دس گنا ہوگی۔ بکس میں مزاحمت (د) کو حسب ضرورت ترتیب دیکر مزاحمتوں میں تقریبی توازن قائم کرو۔ چونکہ (ش) کو ۶ اور ۷ اوم کے مابین فرض کیا ہے موجودہ حالت میں (د) کی قیمت ۶۰ اور ۷۰ اوم کے درمیان ہونی چاہئیے اگر (د) بالفرض ۶۳ اور ۶۴ اوم کے مابین دریافت ہو تو ظاہر ہے کہ (ش) کی قیمت ۶٫۳ اور ۶٫۴ اوم کے درمیان ہوگی۔

اب (ش) کی قیمت اعشاریہ کے دوسرے مقام تک صحیح معلوم کرنے کی غرض سے (ف) والے بازو کے ۱۰۰۰ اوم کے پچھے میں سے ڈاٹ نکالکر ۱۰۰ اوم کے پچھے میں رکھدو۔ چونکہ اس عمل سے (ف) اور (ق) مزاحمتوں میں ۱۰۰۰ اور ۱۰ کی نسبت یعنے ۱۰۰ : ۱ کی نسبت قائم ہوگی، پل کی مزاحمتوں کے توازن کی صورت میں (د) کی قیمت (ش) کی ۱۰۰ گنا ہوگی۔ جس کی وجہ سے مزاحمت (د) ۶۳۰ اور ۶۴۰ اوم کے درمیان واقع ہونی چاہئے۔ اگر بالفرض یہ قیمت ۶۳۸ اور ۶۳۹ اوم کے مابین مشخص ہو تو واضح ہے کہ (ش) کی قیمت ۶٫۳۸ اور ۶٫۳۹ اوم کے مابین ہوگی۔

حساس رَو پیما کے ذریعہ اس مزاحمت کی اعشاریہ کے تیسرے مقام تک بھی تخمین ہوسکتی ہے۔ اگر (د) کو ۶۳۸ اوم کے مساوی لیکر رَو پیما کے پیمانہ پر نشانِ نور کے ٹھیرنے کا مقام پڑھ لیا جائے اور پھر اس کو ۶۳۹ اوم کے مساوی کرکے پیمانہ کے دوسرے جانب نشانِ نور کا مقام معائنہ کرلیا جائے۔ فرض کرو پہلی

صورت میں نور کا نشان پیمانہ کے صفر کے ایک جانب ۶ ملی میٹر فاصلہ پر جا کر ٹھہرتا ہے اور دوسری صورت میں صفر کے دوسرے جانب ۹ ملی میٹر فاصلہ پر ٹھہرتا ہے۔ پس ظاہر ہے کہ (د) کی مزاحمت میں ایک اوہم کے اضافہ سے نور کا نشان ۱۵ ملی میٹر ہٹ جاتا ہے پس تناسبی حصص کے طریقہ سے ۶ ملی میٹر ہٹاو کے لئے ۴، ۰ اوہم کے اضافہ کی ضرورت ہوگی۔ یعنے (د) کی قیمت ۶۳۸، ۴ اوہم ہوگی جس سے س = ۶، ۳۸۴ اوہم۔

مندرجہ بالا طریقہ سے ایک پچھے کی مزاحمت ۰، ۱ فیصد تک صحیح دریافت کرو۔

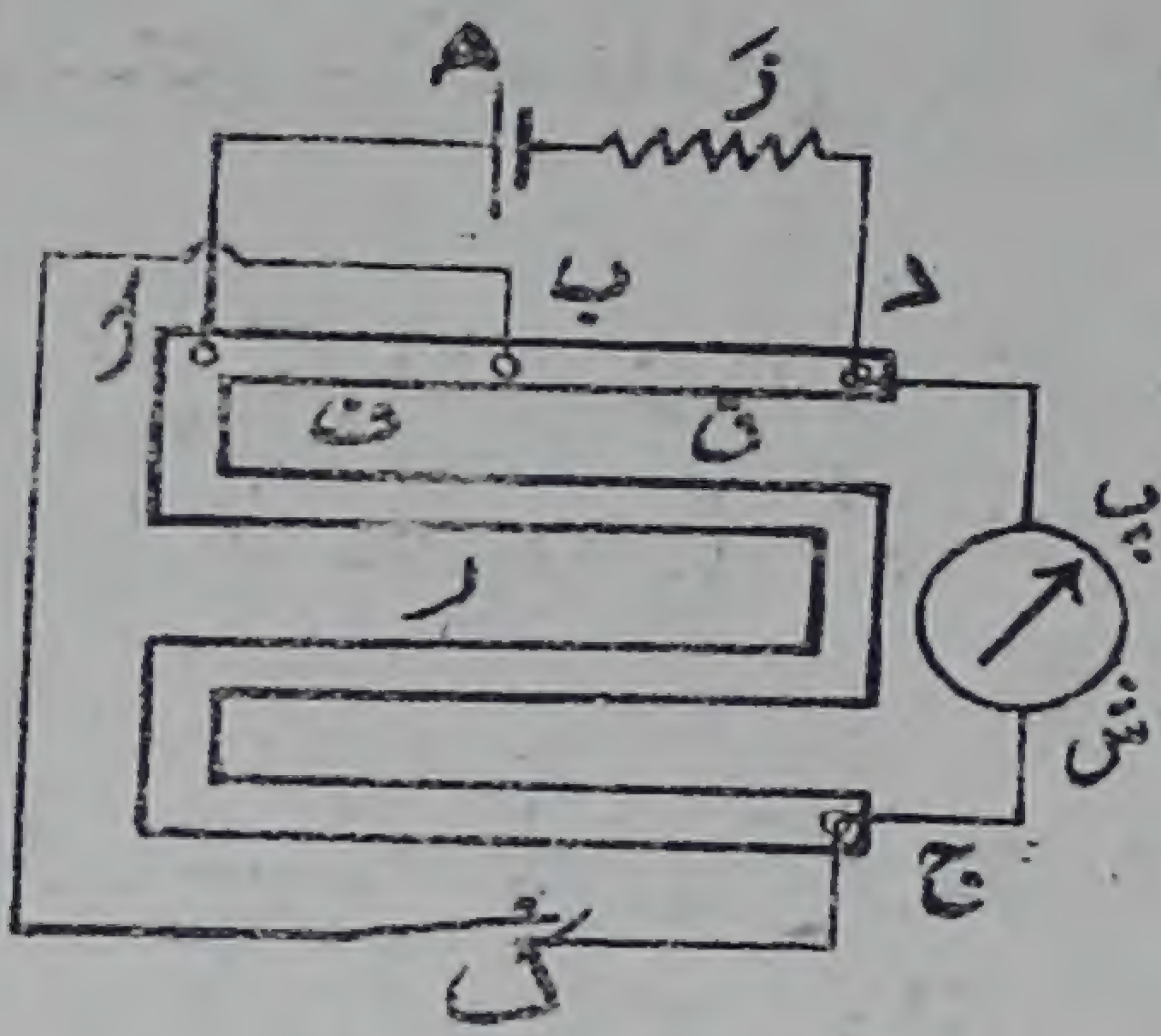
اسی طرح تار کے ایک ٹکڑے کی بھی مزاحمت دریافت کرو اور پھر اس کے مادے کی نوعی مزاحمت کی حسابی تخمین کرو۔

اگر غیر معلوم مزاحمت (ش) بڑی ہے تو معمولی پوسٹ آفس بکس کے پچھوں کے ذریعہ $\frac{1}{100}$ اوہم تک بلکہ $\frac{1}{10}$ اوہم تک بھی ممکن ہے صحیح تعیین نہ ہو سکے۔ ایسی صورت میں یہ عام قاعدہ یاد رکھنا چاہئے کہ وہٹسٹون کے پل کی حساسیت اُس وقت اعظم ہوتی ہے جبکہ پل کے چاروں بازو تقریباً مساوی مزاحمت کے ہوتے ہیں۔

اگر غیر معلوم مزاحمت بہت بڑی ہو تو (ق) کو (ف) کا دس گنا یا سو گنا کرنا پڑیگا تاکہ مزاحمت (د) کو ٹھیک کرکے پل کا توازن قائم ہو سکے۔ ایسی صورت میں مزاحمت (ش) مزاحمت (د) کی دس گنا یا سو گنا ہوگی۔

تجربہ (۵۲)۔ برقی رو پیما کی مزاحمت کی تعیین۔ اس کا اصول اور میٹری پل کا اصول دونوں

ایک ہی ہیں۔ رو پیما کو وہیٹسٹون کے پل کی ترکیب میں چوتھے بازو کی جگہ بطور غیر معلوم مزاحمت (ش) رکھا جاتا ہے جس پہلو میں مورچہ داخل کیا جاتا ہے اس میں کھٹکھٹانے کی کنجی شریک نہیں کی جاتی ہے۔ جونہی پل کے جوڑ مکمل ہوتے ہیں رو پیما کا منوّر نشان پیمانہ پر سے پرے ہٹ جاتا ہے۔ اس موقعہ پر رو پیما کے شنٹ (عاطف) کا استعمال مناسب نہیں ہوتا ہے

اس قسم کے تجربہ میں بڑی دقّت رو پیما کی حسّاسیت کی وجہ سے پیش آتی ہے۔ واضح ہو کہ رو پیما کا آئینہ رشتۂ تعلیق کے بل کھانے سے ایک تنگ "کمرے" کے اندر گھوم سکتا ہے انحراف کی زیادتی کی وجہ سے آئینہ "کمرے" کے ایک بازو سے سختی کے ساتھ چمٹ جاتا ہے۔ اور اس کو رو کنے والے سلاخی مقناطیس کو کتنا بھی کیوں نہ پھیرا جائے وہاں سے واپس نہیں لوٹتا۔ اس دقّت سے بچنے کے لئے تدابیر ذیل اختیار کئے جانے چاہئیں۔

شکل (۵۸)
رو پیما کی مزاحمت کی تعیین

(۱) پل کے مورچہ والے بازو میں معتدبہ مزاحمت داخل کیجائے اگر رو پیما خصوصیت کے ساتھ حسّاس ہے تو ۰۰۰۱ اوم تک بڑہائے جانے کے قابل مزاحمت استعمال کی جاسکتی ہے۔

(۲) نسبتی نما بازوؤں کی سب سے چھوٹی مزاحمت اگر ممکن ہو تو (۱۰٬۱۰ اوم) کے لچھوں سے کام لیا جائے۔

(۳) رو پیما کے انصراف کو روکنے والے سلاخی مقناطیس کو یہاں تک نیچے اتارو کہ اہتزاز کا وقت دوران بہت کم ہو جائے۔ (کتاب کے آخر میں رو پیماؤں کے متعلق جو ہدایات لکھے گئے ہیں پڑھ لئے جائیں۔ واضح ہو کہ تیسری تدبیر صرف متحرک مقناطیسی سوئی والے رو پیما کی صورت میں اختیار کی جاسکتی ہے متحرک لچھے والے رو پیما کے ساتھ اختیار نہیں کی جاسکتی۔]

ان ہدایات پر کاربند ہونے کے بعد معلوم ہو جائیگا کہ اب رو پیما کا منوّر نشان پیمانہ کے صفر سے کچھ بہت دور نہیں ہٹیگا۔ انصراف کو روکنے والے سلاخی مقناطیس کے ذریعہ یا اگر متحرک لچھے والا رو پیما ہے تو اس کے ریشۂ تعلیق کے سرے کو پھیرنے سے یہ منوّر نشان پیمانہ کے صفر پر واپس لا لیا جاسکتا ہے۔

پھر پل کی مزاحمت (د) کو اس طرح ترتیب دو کہ کنجی (کٓ) کو دبانے سے رو پیما کے منوّر نشان کے مقام میں تبدیلی پیدا نہ ہو۔

چونکہ اب رو پیما کی حسّاسیت میں بہت انحطاط آگیا ہے، مزاحمت (د) کی قیمت میں وسیع تغیّر کرنے پر بھی منوّر نشان اپنی جگہ سے نہیں ہٹتا۔ اب حسّاسیت کو دو بارہ لیکن بتدریج بڑھا سکتے ہیں۔ رو پیما کے سلاخی مقناطیس کو پہلے اوپر چڑھا لو۔ اس طور پر جسقدر حسّاسیت بڑھ سکتی ہو بڑھانے کے بعد (لیکن ساتھ ہی اس کا بھی خیال رہے کہ رو پیما کا منوّر نشان پیمانہ کے باہر نہ چلا جائے) دونوں نسبت کا بازوؤں کو بجائے دس دس اوم کے سو سو اوم کر دیا جائے۔ اس عمل سے رو پیما کے لچھے پر سے زائد مقدار میں رو گزریگی، جس کی وجہ سے اس کا انصراف بھی بڑھ جائیگا۔ سلاخی مقناطیس کو پھیر کر (لیکن

نیچے نہ اتار کو) انصراف مکرر گھٹا دیا جائے - بعد ازاں بکس کی ترتیب پذیر مزاحمت (ذ) میں پیشتر کی طرح ضروری ردّو بدل کر کہ کنجی کو دبانے سے رو پیما کا منوّر نشان اپنی جگہ ہی پر قائم رہے - اگر رو پیما متحرک پچھے والا ہے تو پل کے نسبت نما بازوؤں کی مزاحمتوں کو بڑھا کر فوراً سو سو اوم کر دیا جاتا ہے، اور انصراف میں اس کی وجہ سے جو اضافہ محسوس ہوتا ہے، ریشۂ تعلیق کو اور زیادہ مڑوڑ کر، گھٹا دیا جاتا ہے -

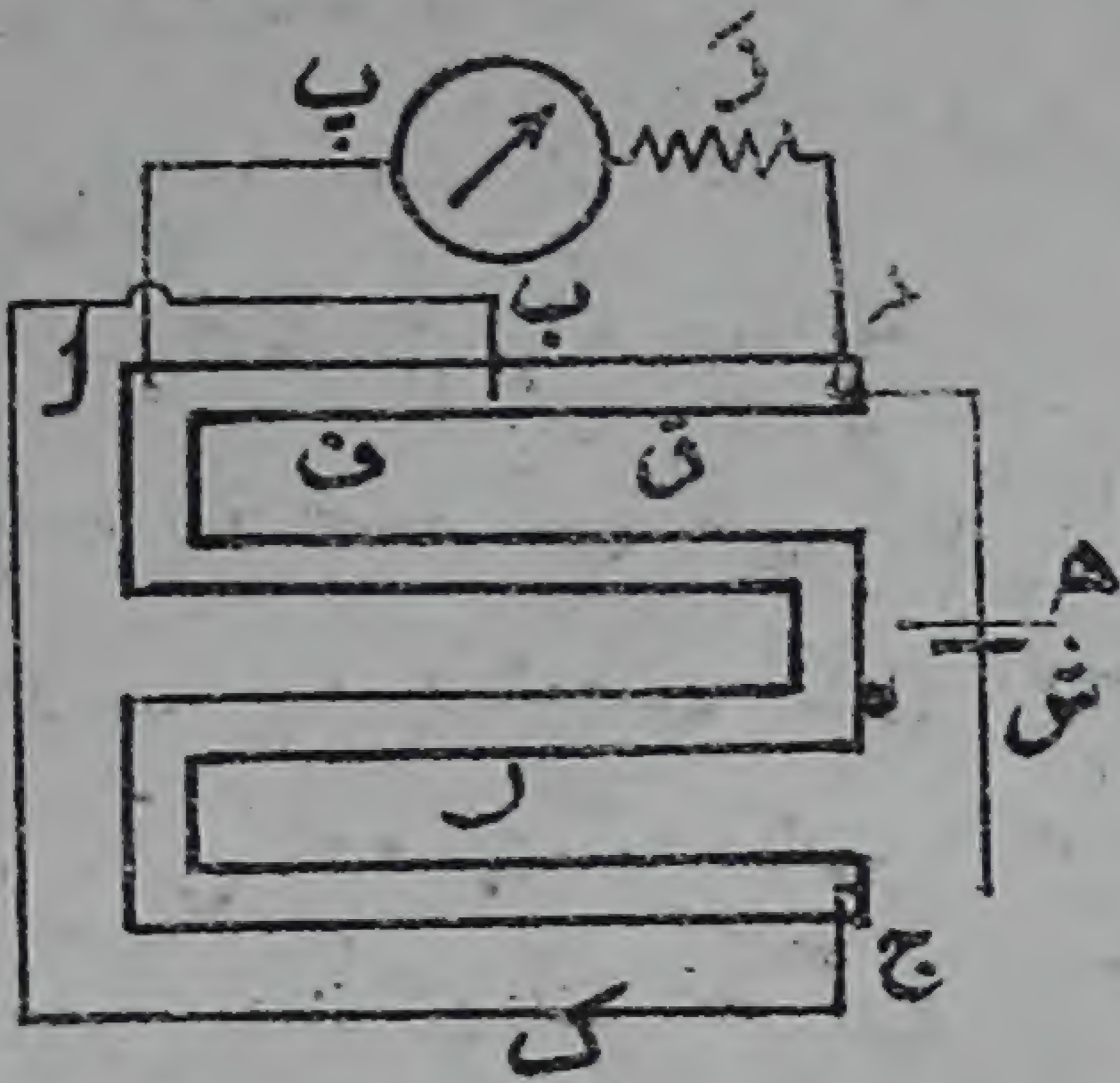
موجودہ حالت میں پل کی حسّاسیت پہلے سے بہت زیادہ ہوگی - نسبت نما بازوؤں میں ایک ایک ہزار اوم کی مزاحمت رکھنے سے اس حسّاسیت میں اور زیادہ ترقی ہوجائیگی - اس طریقہ سے جو انتہائی حسّاسیت حاصل ہوسکتی ہے، اس کا جب تک انتظام نہ کرلیا جائے، رو پیما کے ساتھ کی ہمسلسلہ مزاحمت (ذ) کو گھٹانا نہیں چاہئے - اگر ضرورت ہو تو بعد کو پل کے نسبت نما بازوؤں کو $\frac{1}{10}$ کی نسبت پیدا کرنے کے لئے ترتیب دے سکتے ہیں - یہ اس صورت میں مناسب ہے جبکہ رو پیما کی مزاحمت ۱۰۰۰ اوم سے کم ہوتی ہے - یہاں بھی پل کی حسّاسیت اور انصراف کے روک تھام کے لئے وہی تدابیر اختیار کئے جانے چاہئیں جنکا اوپر ذکر آیا ہے -

اگر حسّاسیت کو گھٹانے کے یہ ذرائع اختیار کئے جاتے ہیں تو لازماً مورچہ اور کنجی کو شکل (۵۸) کی طرح ترتیب دیا جائے، ورنہ نسبت نما بازوؤں کی حسّاسیت گھٹانے سے مطلوبہ اثر حاصل نہ ہوگا -

ہدایات مصرحہ بالا کی بموجب اگر تجربہ کیا جائے تو رو پیما کی مزاحمت جلدی اور سہولت کے ساتھ دریافت ہوسکتی ہے - اس طریقہ پر اگر طالب علم کار بند ہو تو اس کو رو پیما کی صحیح مزاحمت

کی تعیین کا تیقن ہوسکتا ہے۔

تجربہ (۵۴)۔ مورچہ کی مزاحمت کی

تعیین ۔ طریقہ یہ ہے کہ مورچہ پل کا غیر معلوم مزاحمت والا بازو قرار دیا جاتا ہے ۔ مورچہ یا رو پیما کے بازوؤں میں کوئی کنجی شریک نہیں کی جاتی ہے۔ لیکن پل کے دوسری بازو ب ج میں ایک کھٹکھٹانے کی کنجی داخل کی جاتی ہے۔ رو پیما کی حساسیت گھٹانے کے لئے

شکل (۵۹)
مورچہ کی مزاحمت

اس تجربہ میں بھی وہی تدابیر اختیار کئے جاتے ہیں جو رو پیما کی مزاحمت کے تجربہ میں بیان ہوئے ہیں ۔ اگر شکل (۵۹) اور شکل (۵۸) کا مقابلہ کیا جائے تو فوراً معلوم ہوجائیگا کہ مورچہ کی مزاحمت کی تعیین کے لئے آلات کی وہی ترتیب ہوتی ہے جو رو پیما کی مزاحمت کے لئے ہے، صرف مورچہ کی جگہ رو پیما رکھا جاتا ہے اور رو پیما کی جگہ مورچہ ۔ مزاحمت (ز) بھی اپنی سابقہ جگہ سے ہٹائی نہیں جاتی ۔ طریقہ عمل میں بھی کوئی تغیر نہیں ۔

جب ف، ق اور ل مزاحمتوں کو اس انداز پر لایا جاتا ہے کہ کنجی (ک) کو دبانے پر بھی رو پیما کا انحراف تبدیل نہیں ہونے پاتا تو مورچہ کی مزاحمت (خ) حسب ذیل ضابطہ سے نکل آتی ہے:

$$\frac{ف}{ق} = \frac{ر}{خ}$$

فصل (۳) ۔ وہیٹسٹون کا پل کیری فوسٹر کا طریقہ

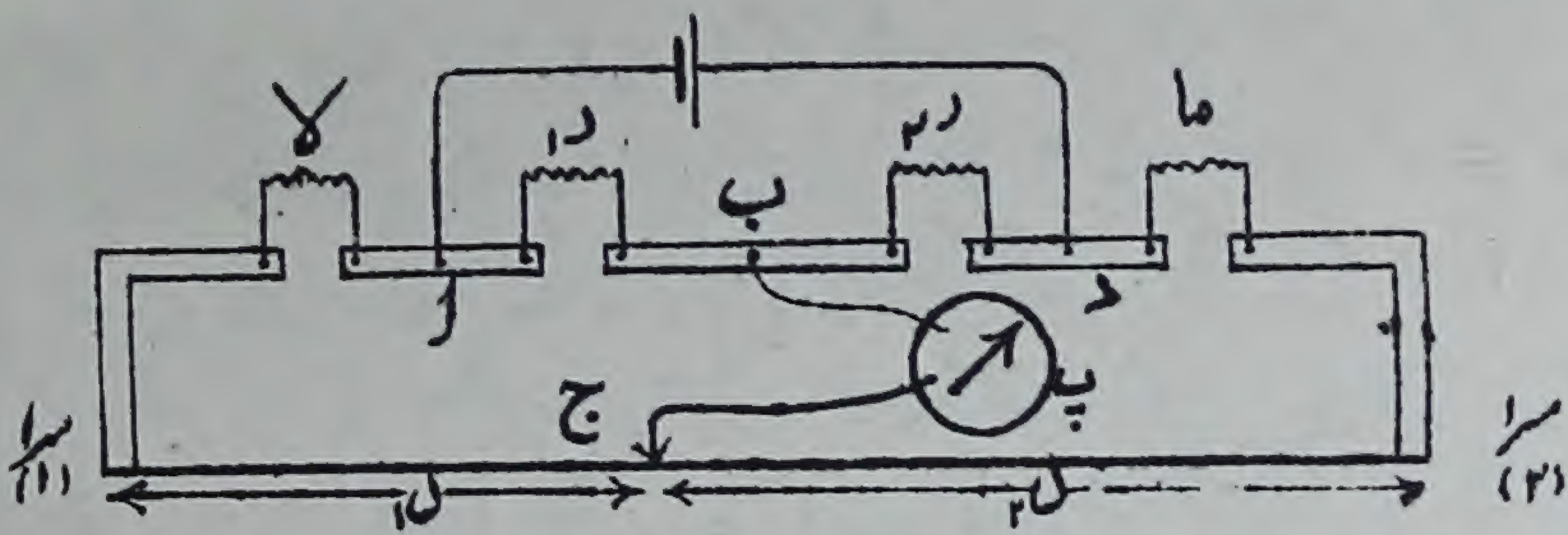
وہیٹسٹون کا پل جب بچھے ہوئے تار کی شکل میں معمولی طریقہ پر استعمال کیا جاتا ہے تو اس سے زیادہ صحیح نتائج کی توقع نہیں ہو سکتی مزاحمتوں کے نقطۂ توازن کا ٹھیک مقام تار پر اندرون ایک ملی میٹر صحیح نہیں جانچا جا سکتا۔ اور اگر پل ایک میٹر لمبا ہو تو اس عدم تیقن کی وجہ سے کم از کم $\frac{1}{250}$ کی خطا کا امکان لاحق ہوتا ہے۔ اگر نقطہ توازن تار کے وسطی حصہ میں نہ ہو تو نتیجہ میں اس سے بھی زائد خطا ممکن ہے۔ اگر پل کا تار ایک میٹر سے متجاوز ہو تو نقطہ توازن کی جانچ میں ایک ملی میٹر کی خطا کا اثر نسبتاً گھٹ جاتا ہے، لیکن میٹر سے لمبے پل کا استعمال تکلیف دہ ہوتا ہے۔

کیری فوسٹر کے طریقہ سے جب تجربہ کیا جاتا ہے تو تار کا طول حقیقتاً بڑھایا نہیں جاتا ہے لیکن باعتبار اثر ضرور بڑھایا جاتا ہے۔ اس کے لئے تار کے دونوں سروں کے پاس ایک ایک مزاحمت ہمسلسلہ جوڑ دی جاتی ہے، جیسا کہ شکل (۶۰) میں بتایا گیا ہے۔ شکل (۵۰) میں پل کے جو بازو (ف) اور (ق) قرار دیئے گئے ہیں وہ شکل (۶۰) میں بالترتیب ذ۱ اور ذ۲ سے ناموزد کئے جاتے ہیں۔ بقیہ بازوؤں (ر) اور (خ) کے بجائے یہاں بالترتیب ایک مزاحمت (لا) معہ مزاحمت (پل کے تار کے) طول ل اور مزاحمت (ما) معہ مزاحمت بقیہ حصہ ل۲ استعمال ہوتی ہے۔

جب پل کی مزاحمتیں توازن کی حالت میں ہوتی ہیں تو

تعلق $$\frac{\text{ف}}{\text{ق}} = \frac{\text{ر}}{\text{ش}}$$

یہ صورت $$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{لا} + \text{ل}_1\text{س}}{\text{ما} + \text{ل}_2\text{س}}$$ اختیار کرتا ہے۔

جس میں (س) سے مراد تار کے پل کے ایک سنتی میٹر کی مزاحمت ہے۔ اگر (لا) اور (ما) دونوں ملکر پل کے تار کی مزاحمت کے دہ چند ہوں تو (ل_1 س) اور (ل_2 س) باعتبار مرتبہ لا اور ما کے دس فیصد ہونگے۔ پس (ل_1) کے پڑھنے میں جو

شکل (۶۰)

کیسری فوسٹر کا طریقہ

خطا پیش آتی ہے کیری فوسٹر کے طریقہ سے اس کی اہمیت پل کے معمولی استعمال کے طریقہ کی بہ نسبت گھٹ کر تقریباً $\frac{1}{10}$ ہوجاتی ہے۔ یعنے نقطہ توازن کی جانچ میں ایک مم کی خطا سے نتیجہ میں $\frac{1}{250}$ کی جو خطا واقع ہوتی ہے اس طریقہ سے صرف

$\frac{1}{2500}$ رہجاتی ہے

سروں کی تصحیح ۔ اگر پل کے تار کے سروں کو تانبے کی پٹیوں کے ساتھ ٹھیک طور پر ٹانکی نہ دی گئی ہو تو اس کی وجہ سے پل کے بازوؤں (ر) اور (ش) میں قابل لحاظ مزاحمتیں شریک ہوجاتی ہیں ۔ یعنے $\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2}$ کے لئے

$$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{لا} + \text{ل}_1\text{س} + \text{ص}_1\text{س}}{\text{ھا} + \text{ل}_2\text{س} + \text{ص}_2\text{س}}$$

لکھنے کی ضرورت واقع ہوتی ہے

ص۱ اور ص۲ **سروں کی تصحیحیں** کہلاتی ہیں جو تار کے دونوں حصوں کے معادل طولوں کی شکل میں لکھی گئی ہیں ۔

سرونکی تصحیح کا اسقاط کیری فوسٹر کے طریقہ سے

میٹری تار کے پل کو کیری فوسٹر کے طریقہ پر ترتیب دیکر تار کے سروں کی خطائیں اس طرح ساقط کیجاسکتی ہیں :-
چونکہ سروں کے خطاؤں کو محسوب کرکے ۔

$$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{لا} + \text{ل}_1\text{س} + \text{ص}_1\text{س}}{\text{ھا} + \text{ل}_2\text{س} + \text{ص}_2\text{س}}$$

اگر مزاحمتوں (لا) اور (ھا) کو باہمدیگر بدلدیا جائے یعنے

(لا کی جگہ (ھا) رکھا جائے اور (ھا) کی جگہ (لا) تو تار پر ایک دوسرا نقطۂ توازن دریافت ہوگا جس کے فاصلے سروں سے بالترتیب لَ۱ اور لَ۲ ہونگے ۔ پس

$$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_2} = \frac{\text{ھا} + (\text{لَ}_1 + \text{ص}_1)\text{س}}{\text{لا} + (\text{لَ}_2 + \text{ص}_2)\text{س}}$$

ان مساواتوں سے یہ مساواتیں حاصل ہوتی ہیں :-

$$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_1+\text{ر}_2} = \frac{\text{لا} + (\text{ل}_1 + \text{ص}_1)\text{س}}{\text{لا} + \text{ھا} + (\text{ل}_1 + \text{ل}_2 + \text{ص}_1 + \text{ص}_2)\text{س}} \quad ....(۱)$$

$$\frac{\text{ر}_1}{\text{ر}_1+\text{ر}_2} = \frac{\text{ھا} + (\text{لَ}_1 + \text{ص}_1)\text{س}}{\text{لا} + \text{ھا} + (\text{لَ}_1 + \text{لَ}_2 + \text{ص}_1 + \text{ص}_2)\text{س}} \quad ....(۲)$$

چونکہ $\text{ل}_1 + \text{ل}_2 = \text{لَ}_1 + \text{لَ}_2$ لہذا ان کسروںکے نسب نما شماثل ہیں اسلئے

$$\text{لا} + (\text{ل}_1 + \text{ص}_1)\text{س} = \text{ھا} + (\text{لَ}_1 + \text{ص}_1)\text{س}$$

یا

$$\text{لا} = \text{ھا} + (\text{لَ}_1 - \text{ل}_1)\text{س}$$

یہ طریقہ عمل صرف دو تقریباً مساوی مزاحمتوں (لا اور ھا) کے مقابلہ کے لئے موزوں ہے۔ تجربہ خانہ میں اکثر اس کی ضرورت ہوتی ہے کہ کسی مجوزہ مقدار کی مزاحمت تیار کی جائے اور اسی مقدار کی معیاری مزاحمت کے ساتھ اسکا مقابلہ کرکے دیکھا جلئے کہ اس میں اور معیاری مزاحمت میں کیا فرق ہے۔ معمولی آلات کے ذریعہ یہ کام کیری فوسٹر کے طریقہ سے آسانی کے ساتھ ہوجاتا ہے۔ اس میں ایک بڑا فائدہ یہ ہے کہ (ر_1) اور (ر_2) کی صحیح قیمتوں کا جاننا ضروری نہیں۔ ضرورت صرف اس بات کی ہے کہ یہ مزاحمتیں تقریباً مساوی اور مطلقاً مستقل ہوں۔ ان کی قیمت لا اور ھا کی قیمت کے لگ بھگ ہونی چاہئے۔

یہ بھی یاد رکھنے کے قابل بات ہے کہ اس طریقہ سے دو مزاحمتوں کا جب مقابلہ ہوتا ہے تو پورے تجربہ میں کبھی ان کا راست مقابلہ نہیں کیا جاتا۔

تجربہ (۵۵)۔ ایک اوم مزاحمت کے

لچھے کی تیاری - میٹری پل کے ذریعہ منگانن یا کونسٹینٹن کے تار کے کسی ٹکڑے کی مزاحمت دریافت کرو - پھر حساب کرکے دیکھو ایک اوم مزاحمت کے لئے اس تار کا کیا طول ہونا چاہئے۔
اگر مزاحمت میں زیادہ صحت مطلوب نہ ہو تو اس طول سے چند سنتی میٹر زیادہ لمبا ٹکڑا کاٹ لو - اور ٹانکی لگاکر اس کو دو موٹے تانبے کی پٹیوں سے جوڑ دو یا لکڑی کی چرخی بناکر اس کے سرے میں دو بند پیچ نصب کردو اور ٹانکی کے ذریعہ اس تار کے ٹکڑے کو ان پیچوں سے جوڑ دو - پھر اس ٹکڑے کی مزاحمت مکرر دریافت کرو اور اس کو بیچ میں سے حسب ضرورت موڑ کر اس کا طول جتنا گھٹانا چاہئے گھٹادو - مزاحمت ٹھیک ہونے کے بعد تار کے اس مڑے ہوئے حصہ کو بھی ٹانکی سے ملادو۔
اگر مزاحمت بہت صحیح چاہئے تو ایک اوم مزاحمت کے لئے تار کا جو طول محسوب ہوگا اس سے کوئی ۱۰ فیصد زائد لمبا ٹکڑا کاٹ لیا جائے - قبل ازیں جیسا بتایا گیا ہے اس کو ٹانکی لگاکر دو بند پیچوں کے ساتھ جوڑ دیا جائے پھر اس کی مزاحمت بہت صحت کے ساتھ دریافت کرلی جائے - یہ معلوم ہونے کے بعد حساب لگاکر دیکھ لیا جائے ایسے تار کے کتنے لمبے ٹکڑے کو تار کے ساتھ ہمتوازی ملانا چاہئے تاکہ مجموعہ کی مزاحمت ٹھیک ایک اوم ہو۔
اگر مصرحہ بالا ہدایات کی احتیاط کے ساتھ پابندی کی جائے تو تار کا جو ٹکڑا ہمتوازی جوڑا جائیگا طول میں پہلے ٹکڑے کا دس گنا ہوگا۔
اب اتنا ٹکڑا کاٹ لیا جائے اور پہلے ٹکڑے کے ساتھ چرخی کے سروں سے ٹانکی کے ذریعہ ہمتوازی جوڑ دیا جائے - ٹکڑے حلقوں کی شکل میں لٹکتے رہینگے - ایک ایک حلقہ کو کھینچکر بیچ میں سے موڑ دیا جائے گویا کہ ان کو دوہرا کر دیا جاتا

ہے۔ لیکن حلقوں کے ان نصف حصّوں کے مابین فصل رکھا جائے۔ تاکہ وہ مل نہ جائیں۔ اور ان کو چرخی پر ایک دوسرے کے بازو ایک ہی سمت میں لپیٹ دیا جائے۔ تاروں کو جہاں سے موڑ کر دوہرا کیا جاتا ہے وہ حصّہ لاکھ کے ذریعہ چرخی کی لکڑی پر جما دیا جائے۔ لیکن احتیاط رہے

شکل (۶۱)
ایک اوم کا لچھا

کہ تار بتدریج موڑے جائیں ورنہ وہ بیچ میں سے ٹوٹ جائیں گے۔
اس کے بعد ان لچھوں پر فیتہ لپیٹ دیا جائے اور سب کا سب پگھلے ہوئے برافینی موم میں ڈبو دیا جائے۔
اگر بہت صحیح قیمت کا لچھا بنانا مقصود ہو تو تاروں پر لپیٹ کر موم چڑہانے سے پہلے لچھے کی مزاحمت کا مکرر امتحان کر لیا جائے۔ اگر مزاحمت ٹھیک ایک اوم نہ ہو تو لمبے تار کی مزاحمت گھٹانے کے لئے اس کو جہاں بیچ میں سے موڑ کر دوہرا کیا گیا ہے وہاں کا کچھ حصّہ مروڑ کر ملا دیا جائے اور جب لچھے کی مجموعی مزاحمت ٹھیک ایک اوم ہو جائے تو اس مروڑے ہوئے حصہ کو ٹانکی کے ذریعہ مستقل طور پر ملا دیا جائے۔

تجربہ (۵۶)۔ ایک اوم مزاحمت کے

پچھے کی تعبیر، کیسری فوسٹر کے پل کے ذریعہ - تقریباً ایک ایک اوم مزاحمت کے پچھوں کو بیتری تار کے پل کے وسطی درزوں میں داخل کردو - یہ مزاحمتیں شکل (۶۰) والی مزاحمتوں (د۱) اور (د۲) کا کام دینگی -

سروں کے قریب کے درزوں میں بالترتیب زیر امتحان پچھے اور ایک معیاری ایک اوم کے پچھے کو داخل کردو - معیاری مزاحمت کے پچھے کو شکل (۶۰) کی مزاحمت (ما) اور دوسرے پچھے کو مزاحمت (لا) قرار دو -

متذکرہ بالا شکل کی طرح رو پیما اور برقی خانہ کو شریک دور کرکے نقطہ توازن دریافت کرو - فرض کرو یہ نقطہ تار کے سرے فشان (۱) سے ل۱ سنتی میٹر دور واقع ہے -

بجائے مزاحمت (لا) کے (ما) رکھدو اور (ما) کے بجائے (لا) اور مکرر نقطہ توازن کی تعیین کرو - غالباً اس کا مقام کچھ اور ہوگا - فرض کرو اس کا فاصلہ سرے فشان (۱) سے لَ۱ سم ہے

پس لا = ما + (لَ۱ - ل۱) س

جس میں (س) سے تار کی فی سنتی میٹر طول مزاحمت مراد ہے

س کی تعیین - پل کے سروں کے درزوں میں سے مزاحمت کے پچھے نکال دو اور پہلے درز میں اس کی متعلقہ موٹی تانبے کی پٹی داخل کردو - اس کی وجہ سے مزاحمت لا صفر ہو جائیگی - دوسرے درز میں صفر مزاحمت کی تانبے کی پٹیوں کے ذریعہ ایک اعشاری اوموں کی بکس داخل کیجائے - اور بطور مزاحمت (ما) اس بکس میں سے ۰.۱ اوم کی مزاحمت استعمال کی جائے - بعدازاں پل کے تار پر نقطہ توازن دریافت کرلیا جائے - فرض کرو

یہ نقطہ تار کے سرے نشان (ذ۱) سے $\text{لا}_۱$ سنٹی میٹر دور واقع ہے۔
پھر تانبے کی پٹی اور اعتباری اوموں کی بکس کے مقام باہمدیگر
بدلدیئے جائیں۔ اور مکرر نقطہ توازن دریافت کیا جائے۔ اگر اب
اس کا فاصلہ تار کے متذکرہ بالا سرے سے (ما) سنٹی میٹر ہے۔ تو
عام مساوات $\text{لا} = \text{ما} + (\text{لَ}_۱ - \text{ل}_۱)\,\text{س}$ میں لا اور ما
کے عوض انکی قیمتیں درج کرنے سے ہمیں یہ مساوات حاصل ہوتی ہے

$$۰ = ۱ء۰ + (\text{ما}_۱ - \text{لا}_۱)\,\text{س}$$

$$\text{پس} \quad \text{س} = \frac{۱ء۰}{\text{لا}_۱ - \text{ما}_۱}$$

اس طرح اگر بکس میں سے ما کے لئے ۲ء۰ اوم مزاحمت
استعمال کی جائے اور اس کے نظیری نقاطِ توازن تار کے سرے سے
$\text{لا}_۲$ اور $\text{ما}_۲$ دو سم فاصلوں پر ہوں تو

$$\text{س} = \frac{۲ء۰}{\text{لا}_۲ - \text{ما}_۲}$$

چونکہ $\text{لا}_۲$ اور $\text{ما}_۲$ کا تفاوت $\text{لا}_۱$ اور $\text{ما}_۱$ کے تفاوت سے
زائد ہے اس لئے پہلی مساوات کی بہ نسبت دوسری مساوات سے
س کی قیمت زیادہ صحیح برآمد ہوگی۔
ما کے لئے ۲ء۰ سے زیادہ بڑی مزاحمتیں لینے سے س کی
قیمت میں اور زیادہ صحت کا تیقن ہوسکتا ہے، لیکن ظاہر
ہے کہ ما مزاحمت پل کے تار کی مزاحمت سے کم ہونی چاہیئے
اب پل کے تار کی مزاحمت فی سنٹی میٹر کی حسابی تخمین

کی جائے اور اس کے ذریعہ جس پچھے کا امتحان کیا جا رہا ہے اسکی مزاحمت معیاری اوم کی رقموں میں دریافت کرلی جائے۔

اسی طریقہ سے برٹش اسوشئیشن کے اوم کی مزاحمت لیگل یعنے قانونی اوم کی رقموں میں دریافت کی جائے۔

تپش کے ساتھ مزاحمت کے اضافہ کی شرح

کسی تار کے دو نقطوں کے درمیانی تفاوت قوہ کو اس پر سے گزرنے والی رَو کے ساتھ جو نسبت ہے صرف اسی صورت میں مستقل ہے جبکہ تار کی تپش بھی مستقل رہتی ہے۔ یعنے تار کی مزاحمت تپش کے ساتھ تبدیل ہوتی ہے اور یہ عام قاعدہ ہے کہ اونچی تپش پر برقی موصل کی مزاحمت کم درجہ کی تپش کی مزاحمت سے زائد ہوتی ہے۔ تار کی مزاحمت میں فی درجہ ترقی تپش سے جو اضافہ وقوع میں آتا ہے تقریباً مستقل رہتا ہے۔

تپش کے ساتھ مزاحمت کے اضافہ کی شرح سے مراد وہ حاصل تقسیم ہے جو اضافہ مزاحمت فی درجہ مئی کو صفر درجہ مئی کی مزاحمت پر تقسیم کرنے سے مستنبط ہوتا ہے۔

چنانچہ اگر ذ. = مزاحمت صفر درجہ مئی پر

اور ذت = " " ت " " "

تو صفر سے ت درجہ تک کی سمت تپش میں اس شرح کی

اوسط قیمت کو اگر (عہ) سے تعبیر کیا جائے تو

$$\text{عہ} = \frac{\text{ذت} - \text{ذ.}}{\text{ذ. ت}}$$

پس اگر (عہ) مستقل ہو تو ذت = ذ. (۱+عہ ت)

اس سے ظاہر ہے کہ (عہ) کی تعیین کے لئے دو مختلف تپشوں پر تار کی مزاحمت دریافت کرنا پڑتا ہے۔ اگر یہ دو تپشیں پانی کا نقطۂ انجماد اور اس کا نقطۂ جوش یعنے ۰° اور ۱۰۰° مئی ہوں تو مشاہدات میں آسانی ہوتی ہے۔ ایسی صورت میں عہ کی قیمت صفر اور سو درجہ مئی کے مابین شرح اضافہ مزاحمت کی اوسط قیمت ہے۔

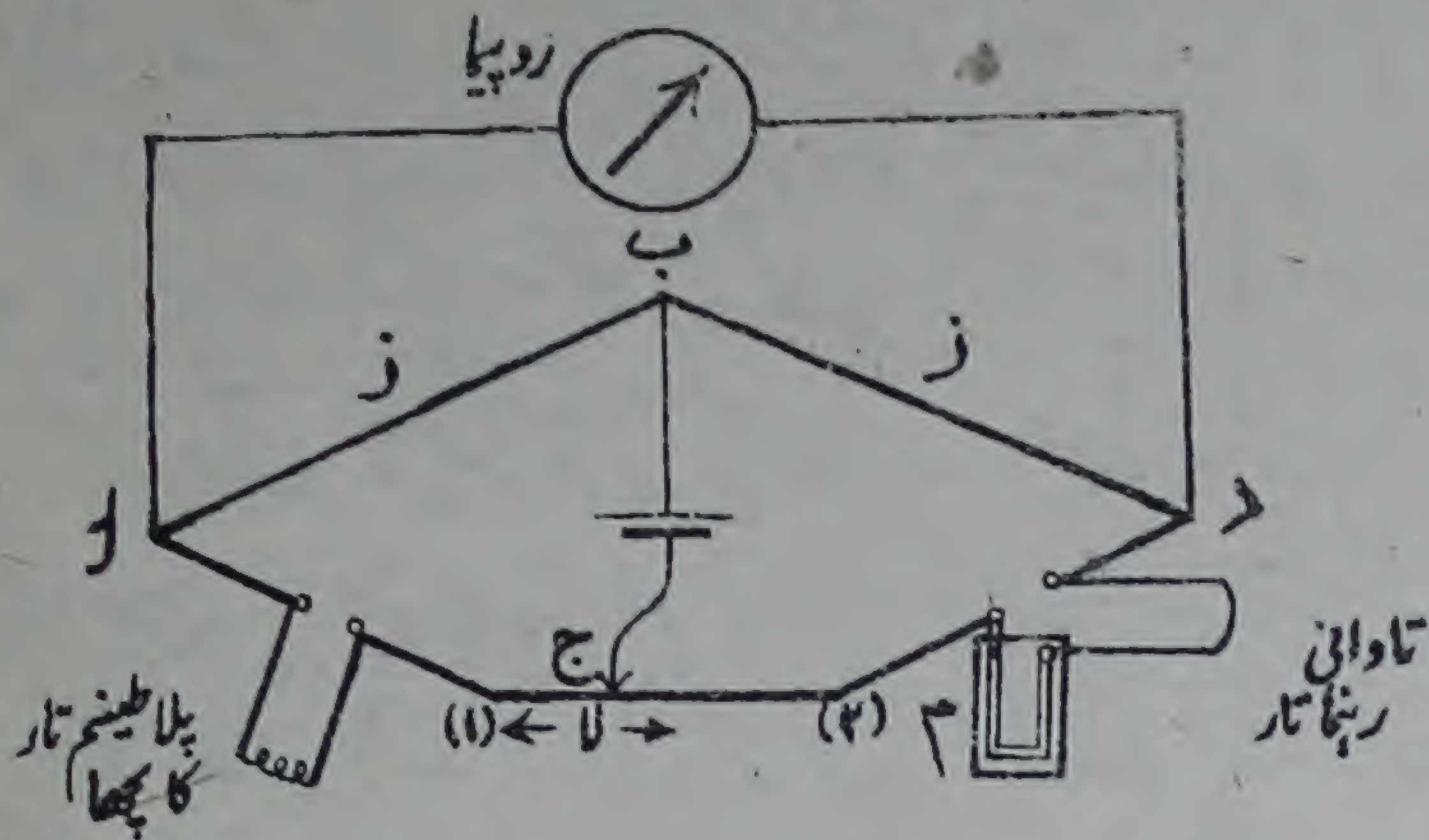
(عہ) کی تعیین اسی قدر صحت کے ساتھ ہوگی جس قدر صحت کے ساتھ مزاحمت کے تفاوت کی پیمائش ہوگی۔ چونکہ (ذت - ذ.) دو بڑی مقداروں کا چھوٹا تفاوت ہے اس لئے اس کی پیمائش کے لئے دونوں مقداروں ذت اور ذ. کو نہایت احتیاط کے ساتھ ناپنا ضروری ہے۔ چنانچہ اگر بالفرض مزاحمت کا تغیر (یا تفاوت) مزاحمت ذ. کا دسواں حصہ ہے اور ذ. یا ذت کی پیمائش میں ۰.۱ فیصد خطا وقوع میں آئی ہے تو اس سے (ذت - ذ.) کی قیمت میں ۱ فی صد خطا لاحق ہوگی۔ بدیں وجہ عہ کی تعیین جب میٹر برج کے ذریعہ ہوتی ہے تو کیری فوسٹر کا طریقہ استعمال کیا جاتا ہے۔

تجربہ (۵۷)۔ پلاٹینم کی مزاحمت کی شرح تپش کی تعیین۔ پلاٹینم کے باریک تار کا ایک چھوٹا سا لچھا تیار کیا جائے جس کی مزاحمت تقریباً ایک اوم ہو۔ نیچے

کے سروں کو تانبے کے دو موٹے قلابے دار "رہنما تاروں" کے ساتھ ٹانکی دی جائے۔ اور پھر ایک شیشہ کی نلی میں داخل کیا جائے جو ایک طرف سے بند ہو۔ نلی کے باہر کے تار ملائم ہونے چاہئیں بعینہ ایسے ہی دو اور موٹے قلابے دار رہنما تاروں کے سروں کو محض ایک دوسرے کے ساتھ ٹانکی سے جوڑ دیا جائے۔ موخرالذکر موٹے تار "تاوانی رہنما تار" کہلاتے ہیں۔ پلاٹینیم کے پچھے کے ساتھ رہنما تاروں کے قلابوں کو ق پ ق پ سے تعبیر کیا جائیگا اور تاوانی رہنما تاروں کے قلابوں کو ق ت ق ت سے۔ چار درز والا پیتری پل لیا جائے اور اس کے اندر کی طرف والے دو درزوں میں دو ٹھیک مساوی مزاحمتیں ذ ز داخل کی جائیں اگر یہ مزاحمتیں ایک ایک اوم کے لچھے ہوں تو مناسب ہے۔ ق پ ق پ نشان کے قلابوں کو پل کے باہر والے ایک درز میں داخل کیا جائے اور ق ت نشان کا ایک قلابہ پل کے بقیہ درز کے ایک پہلو سے ملایا جائے اور دوسرا ق ت نشان کا قلابہ ایک تغیر پذیر اوموں اور اوم کے اعشاری حصوں کی مزاحمت کی بکس کے ایک سرے سے ملایا جائے۔ ملاحظہ ہو شکل (۶۴) متذکرہ بالا مزاحمت کی بکس کے دوسرے سرے کو اس درز کے دوسرے پہلو کے ساتھ تانبے کی ایک موٹی پٹی کے ذریعہ ملایا جائے۔ پل کے (ا) اور (د) سروں کو ایک آئینہ دار رو پیما کے ساتھ ملایا جائے اور (ب) اور (ج) سروں کو ایک برقی مورچہ کے ساتھ۔

مورچہ پل کے تار کے پہلوان تماس کی کھٹکھٹانے کی کنجی کے ساتھ ملایا جاتا ہے تاکہ برقی رو کے حرارت پیدا کرنے والے اثر کا ازالہ ہو۔ پل کی موجودہ ترتیب میں برقی

رو صرف اسی وقت دوڑتی ہے جبکہ توازن کا امتحان ہوتا ہے

رو پیما
ب
ز ز
ل د
ج
(۱) ← لا → (۲) م
پلاٹینم تار کا پچھا
تاوانی رہنما تار

شکل (۶۲)

تار کی مزاحمت کی شرح تپش

باقی تمام مدت تماس نہ ہونے سے رو بہنے نہیں پاتی۔ توازن ایسی صورت میں ٹھیک سمجھا جاتا ہے جبکہ کھٹکھٹانے کی کنجی کو دبانے کے ساتھ ہی رو پیما منحرف نہ ہو۔ اگر اس کے بعد بھی کنجی کو تار پر کچھ دیر کے لئے دبا کر رکھا جائے تو پلاٹینم کے پچھے پر سے برقی رو کے گزرنے کی وجہ سے اسکی مزاحمت میں تغیر پیدا ہوگا اور توازن باقی نہ رہیگا۔

جب توازن ٹھیک ہوجائے تو

$$\frac{\text{ز}}{\text{ز}} = \frac{\text{پ} + \text{ر} + \text{لا}\,\text{س}}{\text{د} + \text{م} + (100 - \text{لا})\,\text{س}}$$

اس مساوات میں پ = پلاٹینم کے تار کے پچھے کی مزاحمت ہے

د = پچھے کو ملانے کے (یا تاوانی) رہنما تاروں کی مزاحمت ہے

لا = نقطہ توازن کا فاصلہ بل کے تار پر اسکے سرے نشان والے سے
س = بل کے تار کے ایک سنٹی میٹر طول کی مزاحمت۔

چونکہ ا = ن/ن

لہٰذا پ + ر + لا س = ر + م + (۱۰۰ - لا) س

یا پ = م + (۲لا - ۱۰۰) س

تنبیہ - مندرجہ بالا مساوات سے پ کی حسابی تخمین کے لئے اوموں اور اعشاری اوموں کی بکس میں سے جو مزاحمت (م) شریک دور کی جاتی ہے اس کو اس انداز پر لانا چاہئے کہ نقطہ توازن حتی الامکان بیتری تار کا وسطی مقام ہو۔

(س) کی تخمین پلاٹینم کا بچھا جس نلی میں رکھا گیا ہے اسکو پہلے پگھلتے ہوئے یخ میں رکھو اور مزاحمت (م) کو ایک اوم کے مساوی لیکر بل کے تار پر نقطہ توازن دریافت کرو۔ فرض کرو اس نقطہ کا فاصلہ تار کے سرے نشان (ا) سے لا۱ سم ہے اب (م) کو ۱ء۱ اوم کردو اور مکرر نقطہ توازن کا مقام دریافت کرو فرض کرو متذکرہ بالا سرے سے وہ لا۲ سم پر واقع ہے۔ پھر (م) کو ۲ء۱ اوم کر کے نقطہ توازن کا فاصلہ لا۳ معلوم کرلو۔

تب پ = ۱ + (۱۰۰ - ۲ لا۱) س

پ = ۱ء۱ + (۱۰۰ - ۲ لا۲) س

پ = ۱ء۲ + (۱۰۰ - ۲لا۳) س

پس پہلی اور دوسری مساوات سے

۱ + (۱۰۰ + ۲ لا۱) س = ۱٫۰۱ + (۱۰۰ - ۲ لا۲) س

یعنے س = ۱٫۰ / ۲ (لا۲ - لا۱)

اسی طرح پہلی اور تیسری مساوات سے

س = ۲٫۰ / ۲ (لا۳ - لا۱)

س کی دوسری قیمت غالباً زیادہ صحیح نکل آئیگی تاہم اس کی دونوں قیمتوں کا اوسط استعمال کرنا چاہئے۔

پ کی تعیین، پانی کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش پر۔

(چونکہ س کی قیمت معلوم ہوگئی ہے) مندرجہ بالا مشاہدات سے، حسابی عمل کے ذریعہ، پلاٹینم کے پچھے کی مزاحمت دریافت کرلی جاسکتی ہے۔

نقطہ جوش پر (پ) کی قیمت معلوم کرنے کے لئے پچھے کی نلی کو بلندی پیما کے اندر بھاپ میں داخل کرنا چاہئے اور اس کے بعد میٹری پل کے تار کا نقطہ توازن دریافت کرنا چاہئے۔ جیسا کہ قبل ازیں بیان ہوا ہے نقطہ توازن میٹری تار کے وسطی مقام کے حتی الامکان قریب ہونا چاہئے۔ اس کے لئے م کی قیمت میں حسب ضرورت تغیر تبدل کرنا پڑتا ہے۔ پانی کے جوش کی تپش (نقطہ جوش) چونکہ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے تابع ہوتی ہے۔ تجربہ کے وقت اس دباؤ کی جو قیمت دریافت ہوگی اس کے لحاظ سے تپش مذکور کی تصیح ہونی چاہئے۔

ان مشاہدات کے ذریعہ تار کی مزاحمت کی شرح تپش کی اوسط قیمت (نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کے مابین) حساب کرکے

دریافت کرلی جائے۔

[ظاہر ہے کہ اس طریقہ سے کوئی سے دو معین تپشوں کے مابین تار کی مزاحمت کی اوسط شرح تپش معلوم کرلی جاسکتی ہے۔ اگر پلاٹینم کا لچھا مناسب جنتروں میں باری باری سے رکھا جائے اور ان جنتروں کی صحیح تپشیں پارے کے تپش پیماؤں کے ذریعہ معلوم کرلی جائیں تو ت_1 تپش پر لچھے کی مزاحمت ذ_1 اور ت_2 تپش پہ مزاحمت ذ_2 مان کر مزاحمت کی اوسط شرح تپش (عہ) اس طرح دریافت کیجاسکتی ہے:

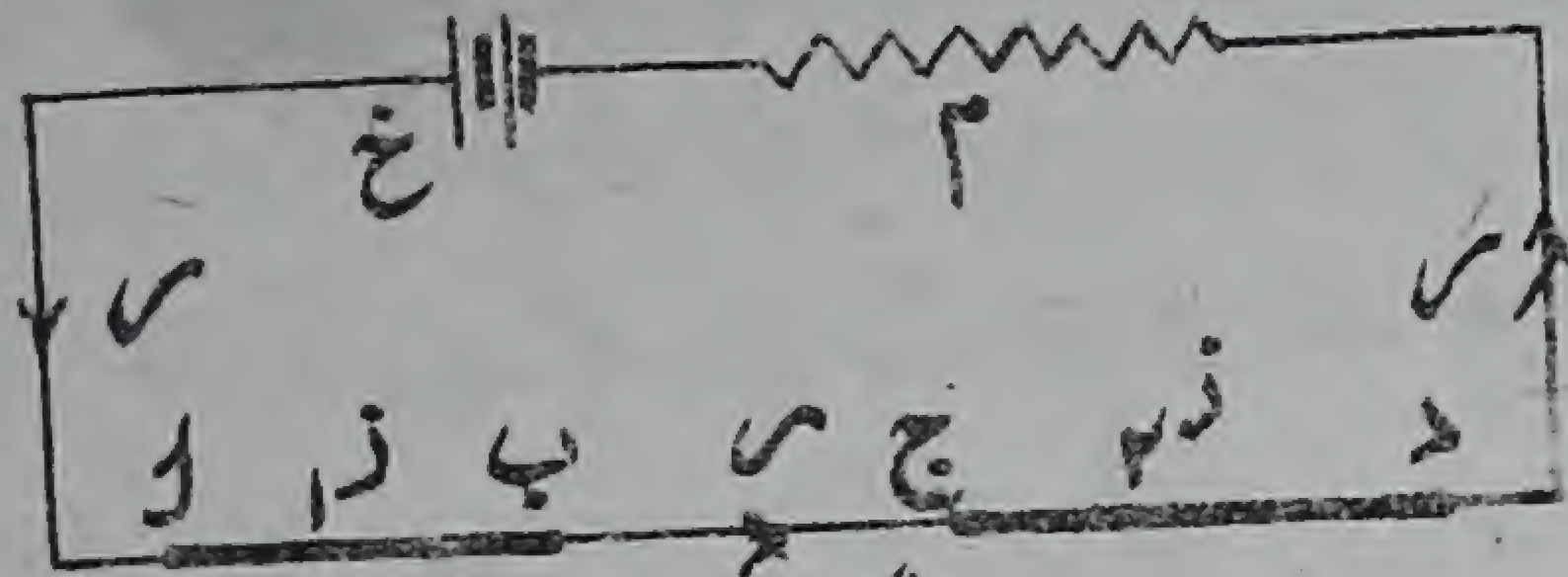
$$\text{ذ}_1 = \text{ذ}_0\,(1 + \text{عہ}\,\text{ت}_1) \quad \text{اور} \quad \text{ذ}_2 = \text{ذ}_0\,(1 + \text{عہ}\,\text{ت}_2)$$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ذ}_2}{\text{ذ}_1} = \frac{1 + \text{عہ}\,\text{ت}_2}{1 + \text{عہ}\,\text{ت}_1}$$

$$\text{جس سے} \quad \text{عہ} = \frac{\text{ذ}_2 - \text{ذ}_1}{\text{ذ}_1\,\text{ت}_2 - \text{ذ}_2\,\text{ت}_1}\Big]$$

فصل ۱۴۱ مزاحمتوں کا مقابلہ قوہ کے گھٹاؤ کے طریقہ سے

جب دو مزاحمتیں ایک ہی دورہ میں شامل کی جاتی ہیں تاکہ ان پر سے ایک ہی رَو بہے تو ایک مزاحمت کے سروں کے درمیانی تفاوت قوہ کا دوسری مزاحمت کے سروں کے تفاوت قوہ سے مقابلہ کرنے سے ان کی مزاحمتوں کا مقابلہ ہوجاتا ہے۔

فرض کرو دو مزاحمتیں $\overline{\text{اب}}$ اور $\overline{\text{جد}}$ خانہ یا مورچہ (خ) اور مزاحمت کی بکس (م) کے ساتھ بسلسلہ ملائی گئی ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۶۳)۔ $\overline{\text{اب}}$ کی مزاحمت کی قیمت ذ_1 اور $\overline{\text{جد}}$ کی مزاحمت کی قیمت ذ_2 فرض کرو۔ چونکہ ان پر سے ایک ہی برقی رَو (س) گزرتی ہے، از روئے کلیہ اوہم

شکل (۶۳)

مزاحمتوں کا مقابلہ

(قا - قب) = ر ذ۱

(قج - قد) = ر ذ۲

جن میں قا، قب .... سے مقام ا، ب .... کا برقی قوہ مراد ہے

پس (قا - قب) / (قج - قد) = ذ۱ / ذ۲

جس سے ظاہر ہے کہ ا اور ب کے تفاوت قوہ کا ج اور د کے تفاوت قوہ سے مقابلہ کرنے سے۔ ذ۱ اور ذ۲ مزاحمتوں کی باہمی نسبت معلوم ہوجاتی ہے۔ یہ طریقہ بالخصوص چھوٹی مزاحمتوں کے لئے موزوں ہے۔

تجربہ (۵۸)۔ دو چھوٹی مزاحمتوں کا مقابلہ۔

۲ اولٹ کا ذخیرہ خانہ، بڑی مزاحمتوں کی ایک بکس (م) اور دی ہوئی دو چھوٹی مزاحمتوں ذ۱ اور ذ۲ کو شکل (۶۳) کی طرح، ہمسلسلہ جوڑ دو۔

اگر ا اور ب کے تفاوت قوہ کی نسبت ج اور د کے تفاوت قوہ کے ساتھ معلوم کر لی جائے تو $\frac{ذ_۱}{ذ_۲}$ نسبت معلوم ہو جاتی ہے۔ اگر مزید براں ذ۱ یا ذ۲ معلوم ہو تو دوسری مزاحمت کی قیمت بھی دریافت ہو جاتی ہے۔

تاروں کے سروں کے تفاوت قوہ کا باہمدیگر مقابلہ کرنے کا ایک آسان طریقہ یہ ہے کہ ان سروں کو بالترتیب ایک بہت بڑی مزاحمت کے رَو پیما کے ساتھ ملایا جائے گویا کہ اولٹ پیما استعمال کیا جائے۔ جو انصراف مشاہدہ ہونگے ان کی نسبت ذ۱، ذ۲ کی نسبت ہوگی۔ کتاب کے آخری باب میں شکل (۹۹) کی جو سوئچ بتائی گئی ہے اس تجربہ کے لئے بہت موزوں ہے

اگر انصراف بالترتیب ن۱، ن۲ ہو اور رَو پیما کی مزاحمت کافی بڑی ہونے کی وجہ سے ن۱ اور ن۲ دونوں چھوٹے ہوں تو

$$\frac{ق_ا - ق_ب}{ق_ج - ق_د} = \frac{ن_۱}{ن_۲}$$

پس

$$\frac{ذ_۱}{ذ_۲} = \frac{ن_۱}{ن_۲}$$

اس طریقہ سے تقریباً ۲۰ نمبر (S.W.G یعنے معیاری تار کے پیمانہ) کے تانبے کے ایک میٹر لمبے تار کی مزاحمت کا ۰۱ء ادم کی معیاری مزاحمت کے ساتھ مقابلہ کر کے تانبے کے تار کی مزاحمت ادموں میں حساب کی جائے اور پھر اس کے العباد کی پیمائش کر کے تانبے کی نوعی مزاحمت دریافت کر لی جائے بہت چھوٹی مزاحمتوں کے مقابلہ کے لئے مصرحہ بالا طریقہ بہت

سود مند ہے۔ بعض صورتوں میں بجائے بڑی مزاحمت کے رو پیما کے ربعی برق پیما استعمال ہوسکتا ہے۔ لیکن چونکہ اس میں زاویہ انصراف کی پیمائش کی جاتی ہے اس لئے اس سے اس قدر صحیح نتیجہ کی توقع نہیں ہوسکتی جسقدر کلون کے دوھرے پل کے طریقہ سے ہوسکتی ہے جو عدم انصراف پر مبنی ہے [واضح ہو کہ موخرالذکر طریقہ کسیقدر مشکل ہے، اصل کتاب میں اس کا ذکر نہیں کیا گیا ہے۔ لیکن مترجم نے اس کو کتاب کے ضمیمہ میں طلباء کے استفادہ کی غرض سے شامل کر لیا ہے۔]

فصل (۵) بہت بڑی مزاحمتوں کی پیمائش

معمولی وضع کی پوسٹ آفس بکس کے ذریعہ ایک لاکھ ادم تک کی مزاحمت کی پیمائش ہوسکتی ہے۔ شکل (۵۷) کے ملاحظہ سے ظاہر ہوگا کہ پل کے ف اور ق پہلوؤں میں بالترتیب ۱۰ ادم اور ۱۰۰۰ ادم کی مزاحمتیں داخل کرنے سے تغیّر پذیر پہلو (د) کی بڑی سے بڑی مزاحمت کی ۱۰۰ گنا مزاحمت ناپی جاسکتی ہے۔ چونکہ پہلو (د) کی مزاحمت دس ہزار ادم سے زیادہ نہیں ہوتی ہے اس لئے اس طریقہ سے زیادہ سے زیادہ ایک لاکھ کی مزاحمت کی پیمائش ہوسکتی ہے۔ اس سے زائد مزاحمتوں کی تعیین کے لئے ضروری ترمیم کے ساتھ طریقہ تبادلہ استعمال ہوسکتا ہے۔ دی ہوئی بڑی مزاحمت ایک حساس رو پیما اور مستقل م ب کے مورچہ کے ساتھ ہمسلسلہ جوڑی جاتی ہے اور رو پیما کا انصراف معلوم کر لیا جاتا ہے۔ پھر وہی مورچہ ایک تغیّر پذیر بڑی مزاحمت کے ساتھ رو پیما سے ملایا جاتا ہے، لیکن اس

مرتبہ رو پیما کے ساتھ ایک 'شنٹ' استعمال کیا جاتا ہے تاکہ اسپر سے مجموعی رو کی ایک معلوم کسر بہے - اگر پیشتر کے مساوی انصراف حاصل ہو سکتا ہے تو دی ہوئی غیر معلوم مزاحمت کی حسابی تخمین ہو سکتی ہے - اگر تغیر پذیر مزاحمت اسقدر بڑی نہ ہو کہ انصراف پیشتر کے مساوی ہو سکے تو بڑی سے بڑی جو مزاحمت مہیا ہو سکتی ہے اس کو شریک دَور کرکے انصراف معلوم کر لیا جاتا ہے، اور حسابی عمل میں یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ انصراف مذکور رو پیما پر سے بہنے والی رو کے متناسب ہے - ایک دوسرا طریقہ جو ایسی صورت میں استعمال ہو سکتا ہے یہ ہے کہ مورچہ کے م، ب میں ایک معلوم اور مناسب تبدیلی پیدا کی جائے مثلاً اگر مورچہ مساوی م، ب کے خانوں پر مشتمل ہے تو خانوں کی تعداد میں تبدیلی کی جائے -

بڑی مزاحمتوں کی تخمین میں ضروری ہے کہ آلات تجربہ کا ہر ایک حصہ کافی احتیاط کے ساتھ مجوزہ رہے - مثلاً جوڑ ملانے کے تاروں کو میز کو چھونے نہ دیا جائے، اس لئے کہ میز کی مزاحمت ممکن ہے کہ مزاحمت زیر امتحان کے ہم پلہ ہو -

تجربہ (۵۹) - کوئلہ کی دھجی کی مزاحمت کی تعیین

اس تجربہ کے لئے ایک بڑی مزاحمت اس طرح تیار کی جا سکتی ہے کہ آبنوس کی تختی پر دو پیتل کے باندھنے کے پیچدار سرے جما دئیے جائیں اور ان کو ایک دوسرے کے ساتھ معمولی کوئلہ یا گرافائٹ کی پنسل سے تختی پر لکیریں کھینچکر ملایا جائے - تختی کو اس کے بعد ڈھکن کے ذریعہ ڈھانپ بھی دیا جائے تاکہ کوئلہ کی لکیریں (یا دھجیاں) مٹ نہ جائیں -

غیر معلوم مزاحمت کو ۶ یا ۸ اولٹ کے م، ب کے ایک

مورچہ، ایک ڈاٹ کنجی اور ایک حساس رو پیما کے ساتھ ہسلسلہ ملادو۔ دیکھو کہ جب پوری رو رو پیما پر سے گزرتی ہے تو اس کا انصراف ن ا کیا ہے۔

اب غیر معلوم مزاحمت کو دور میں سے علحدہ کرکے ایک تغیر پذیر بڑی مزاحمت [مثلاً ایک پوسٹ آفس کی بکس] اس کی جگہ شریک کردو۔ اور رو پیما کو اس کی مزاحمت کے $\frac{1}{999}$ مزاحمت کے پچھے کے ذریعہ "شنٹ" کرد تاکہ رو پیما سے مجموعی رو کا صرف $\frac{1}{1000}$ حصہ گزرے۔ پھر بکس کی مزاحمت کو اس انداز پر لاؤ کہ رو پیما کا انصراف پہلے مشاہدہ کے مساوی ہو۔ چونکہ مجموعی رو اب سابقہ رو کی ہزار گنا ہے اس لئے مزاحمت زیر دریافت یعنی غیر معلوم مزاحمت بکس سے لی ہوئی مزاحمت کی ۱۰۰۰ گنا ہوگی۔

اگر اس طریقہ سے انصراف پیشتر کے مساوی چھوٹا (یعنی ن ا) نہ ہوسکے تو بکس میں سے پورے دس ہزار اوم کی مزاحمت لیکر دیکھو رو پیما کا انصراف (ن ۲) کیا ہے جبکہ اس پر سے مجموعی رو کا $\frac{1}{1000}$ حصہ گزرتا ہے۔ چونکہ انصراف یعنی رو کے متناسب مانا جاسکتا ہے اور برقی رو مزاحمت کے ساتھ بالعکس بدلتی ہے اس لئے مزاحمت زیر دریافت $1000 \times 1000 \times \frac{ن_2}{ن_1}$ اوم ہوگی۔

اسی طرح انصرافوں کا مشاہدہ کرکے غیر معلوم بڑی مزاحمت کی حسابی تخمین کی جائے۔

چھٹا باب

برق پاشیدگی - برقی کیمیائی معاول

فصل (۱) برق پاشیدگی

ایسا مائع جس کے اندر سے برقی رَو گزر کر اس کی تحلیل کردیتی ہے برق پاشیدہ کہلاتا ہے، اور اس عمل تحلیل کو برق پاشیدگی کہتے ہیں - پانی میں نمکوں اور ترشوں کے حل اور بعض مرکبات جب حرارت سے پگھل جاتے ہیں، برقی رَو ان میں سے گزرتی ہے، تو تحلیل ہوجاتے ہیں اور اس تحلیل کے اجزاء صرف انہی تختیوں پر دکھائی دیتی ہیں جہاں کہ برقی رَو مائع میں داخل ہوتی ہے، یا اس کے باہر نکل آتی ہے - یہ تختیاں الیکٹروڈ یا برقیرہ کہلاتے ہیں - وہ تختی جہاں برقی رَو برق پاشیدے کے خانہ میں داخل ہوتی ہے اینوڈ کہلاتی ہے

اور دوسری تختی جہاں رَو خانہ کے باہر نکل آتی ہے کیتھوڈ کہلاتی ہے۔ پس ظاہر ہے کہ برق پاشیدے کے خانہ (یا وولٹا میٹر یعنے کیمیائی برقی رَو پیما) کے اندر برقی رَو اینوڈ سے کیتھوڈ کی طرف جاتی ہے۔ فلزی (یا برقی مثبت) ایُون جن میں ہیڈروجن کے ایون بھی شامل ہیں برقی رَو کے ساتھ کیتھوڈ کی طرف جاتے ہیں۔

مائکل فیراڈے اپنی مشہور تصنیف "ایکسپیریمنٹل ریسرچیز" (تجرباتی تجسسات) میں لکھتا ہے: "میں چاہتا ہوں کہ بغرض امتیاز ایسی چیزوں کا جو تحلیل ہونے والی چیز کے اینوڈ کی طرف جاتی ہیں اینایون نام رکھوں، اور جو چیزیں کیتھوڈ کی طرف جاتی ہیں ان کا نام کیٹایون رکھوں۔ اور جب ان دونوں کو ملا کر کہنا ہو تو انکو ایون کے نام سے مخاطب کروں"

فیراڈے کے تجربوں سے یہ بات پایہ ثبوت کو پہنچی ہے کہ برق پاشیدے میں سے برقی رَو کے گزرنے سے کسی ریڈیکل (اصلیہ) کی جو کمیت (ک) آزاد ہوتی ہے برق پاشیدے میں سے گزرنیوالی مقدار برق (م) کے راست متناسب ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ (م) برقی رَو (مبا) اور وقت (ق) کے حاصل ضرب کے مساوی ہے (م = مبا×ق) لہذا ک کو مبا ق کے ساتھ راست تناسب ہے۔

اگر ایک ہی رَو متعدد کیمیائی برق پیماؤں میں سے گزرتی ہے جن میں مختلف برق پاشیدے ہوں تو ہر ہر ایون کی جو تعداد کیمیائی عمل میں شریک ہوتی ہے اس کے متعلق کیمیائی معادل کے متناسب ہوتی ہے۔ کیمیائی معادل سے مراد کسی ایون یا ریڈیکل (اصلیہ) کی وہ کمیت ہے جو ہیڈروجن کی

اکائی کمیت کے ساتھ ترکیب کھائے یا اس کی جگہ خود داخل ہوجائے۔ عنصر کی صورت میں کیمیائی معادل سے مراد $\frac{\text{کمیت جوہر}}{\text{گرفت}}$ ہے۔ چنانچہ تانبے کا کیمیائی معادل کسی کیوپرس (Cuprous) نمک مثلاً کیوپرس کلورائیڈ (CuCl) میں ۶۳ ہے اس لئے کہ تانبے کے جوہر کی کمیت ۶۳ ہے اور اس کی گرفت اکہیری ہے۔ لیکن کیوپرک نمک مثلاً کیوپرک کلورائیڈ ($CuCl_2$) میں تانبے کا کیمیائی معادل $\frac{۶۳}{۲}$ ہے اس لئے کہ یہاں تانبے کی گرفت دوہری ہوتی ہے۔

کسی ایون کے برقی کیمیائی معادل (ع) سے مراد اس ایون کی کمیت (گراموں میں) ہے جو برق کی اکائی کے گزرنے سے برق پاشیدے میں سے آزاد ہوتی ہے۔ پس اس تعریف سے یہ نتیجہ مترتب ہوتا ہے:-

ک = ع م = ع س ق

مندرجہ بالا بیانات سے یہ نتیجہ بھی ظاہر ہوتا ہے کہ کسی ایون کا برقی کیمیائی معادل اس ایون کے کیمیائی معادل کے ساتھ راست طور پر متناسب ہے یا اگر مساوات کی شکل میں بیان کرنا ہو تو کسی ایون کا برقی کیمیائی معادل = اس ایون کا کیمیائی معادل × ہیڈروجن کا برقی کیمیائی معادل۔

مقدار برق یا برقی رو کی عملی اکائیوں کی اکثر کسی برق پاشیدے کے کیمیائی عمل کے حوالے سے تعریف کی جاتی ہے، جو برق کے بہنے سے وقوع میں آتا ہے۔ چنانچہ بین الاقوامی

کولومب * وہ مقدار برق قرار دی گئی ہے جو سلور نائٹریٹ کے تعدیلی آبی حل میں سے گزر کر چاندی کی کمیت بقدر ۰٫۰۰۱۱۱۸ گرام رہا کرے۔ اسی طرح **بین الاقوامی امپیر** وہ برقی رو قرار دی گئی ہے جو سلور نائٹریٹ کے تعدیلی آبی حل میں سے ۰٫۰۰۱۱۱۸ گرام چاندی رہا کرے۔ پس اس تصریح کے بموجب چاندی کا برقی کیمیائی معادل ۰٫۰۰۱۱۱۸ گرام فی کولومب ہے چاندی کا کیمیائی معادل (ہیڈروجن کے حوالہ سے) ۱۰۷٫۰۲ ہے پس ہیڈروجن کا برقی کیمیائی معادل ۰٫۰۰۰۰۱۰۴۵ گرام فی کولومب ہے۔

کسی یک گرفتی عنصر کے ایک گرام جوہر کو اسکے مرکب سے آزاد کرنے کے لئے جس مقدار برق کی ضرورت ہوتی ہے $\frac{۱۰۷٫۸۸}{۰٫۰۰۱۱۱۸}$ یا تقریباً ۹۶۵۰۰ کولومب ہے۔ اس کے لئے ایک فیراڈے نام تجویز ہوا ہے۔

واضح ہو کہ عنصر کے ایک گرام جوہر سے مراد اس عنصر کی وہ کمیت مادہ ہے جس کی تخمین گراموں میں اسی عدد سے ہوتی ہے جو اس عنصر کی کمیت جوہر کے لئے تجویز ہوا ہے۔ آکسیجن کی کمیت جوہر اگر ۱۶ مانی جائے تو چاندی کے ایک گرام جوہر میں ۱۰۷٫۸۸ گرام ہونگے۔

*[قانونی یا بین الاقوامی کولومب اور امپیر جن کی اوپر تعریف ہوئی ہے، اس کولومب اور امپیر سے بہت ہی خفیف تفاوت رکھتے ہیں جن کی برقی رو کے مقناطیسی اثر کے ذریعہ تعریف ہوتی ہے۔]

فصل (۲) برقی کیمیائی معادلوں کی تعیین

ہیڈروجن کا برقی کیمیائی معادل

پانی میں سلفیورک ایسڈ (گندک کے ترشہ) کا ہلکا حل بنا کر
اس کے اندر سے پلاٹینم کے الیکٹروڈ (یعنے برقی رہوں) کے
ذریعہ اگر برقی رَو بہائی جائے تو ترشہ کی تحلیل ہو کر اینوڈ کے
پاس آکسیجن گیس پیدا ہوتی ہے اور کیتھوڈ کے پاس ہیڈروجن
گیس۔ موجودہ صورت میں برقی رَو صرف اس وقت مسلسل
بہیگی جبکہ مبداء رَو کا محرکہ برق ۱٫۵ اولٹ سے بلند تر ہو۔
کیونکہ ترشہ کی تحلیل سے برقی رہوں پر جو اجزاء تحلیل جمع
ہوتے ہیں خود ایک نئے برقی خانہ کی تختیوں کا سا اثر پیدا
کرتے ہیں۔ یہ نیا "خانہ" اصل مبداء رَو کے خلاف عمل کرتا
ہے اور اس لئے اس کا محرکہ برق جو تقریباً ۱٫۵ اولٹ ہوتا ہے
رجعی م ک ب کہلاتا ہے۔ اگر ترشہ کے حل میں سے گزرنے والی
برقی رَو بہت ہی کم طاقت رکھتی ہے تو ممکن ہے کہ ترشہ کی
تحلیل سے جو ہیڈروجن پیدا ہو پانی کے اندر حل ہو جائے اور گیس
کے کوئی بلبلے نکلتے ہوئے نظر نہ آئیں۔ لیکن اگر رَو زوردار ہو تو
پانی گیس سے جلد سیر ہو جائیگا اور بلبلے آزادی کے ساتھ نکلتے
ہوئے نظر آئینگے۔ اور اس طرح ہیڈروجن گیس ایک مناسب
برتن میں جمع کر لی جاسکتی ہے۔

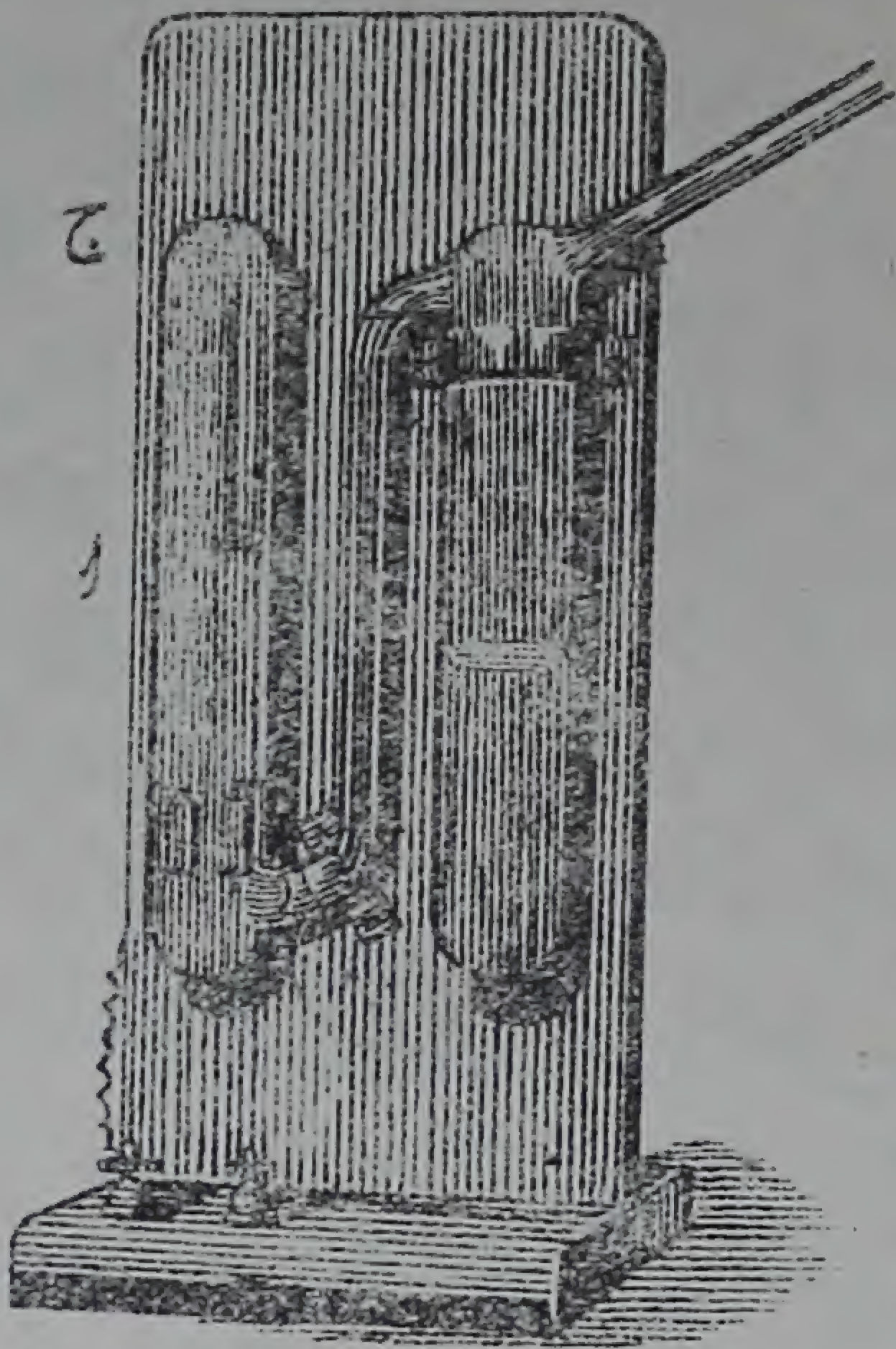
اس کام کے لئے بجائے سلفیورک ترشہ کے حل کے

دوسرے حل بھی استعمال ہوسکتے ہیں۔ مثلاً بہت خالص ہیڈروجن کی تیاری جب مقصود ہوتی ہے تو بیریم ہیڈراکسائیڈ $(Ba(OH)_2)$ کا حل اکثر استعمال کیا جاتا ہے۔

ہیڈروجن کے برقی کیمیائی معادل کی تعیین کے لئے حل کے اندر سے ایک معلوم برقی رَو کو ایک معلوم مدت تک بہانا پڑتا ہے، اس سے جو ہیڈروجن گیس پیدا ہوتی ہے اس کو جمع کرکے تپش اور دباؤ کے ساتھ گیس کا حجم ناپنا ہوتا ہے اور پھر اس سے گیس کی کمیت حساب کرلی جاتی ہے۔

رَو ناپنے کے لئے مماسی رَو پیما استعمال ہوسکتا ہے کیونکہ اس کے ذریعہ برقی رَو کی مطلق اکائیوں میں پیمائش ہوتی ہے لیکن متحرک پھیے والے ام پیما سے کام لینے میں اکثر زیادہ آسانی ہوتی ہے۔ اس ام پیما کی سعت اگر صفر سے ۳ امپیر تک ہو تو مناسب ہوگا۔ مماسی رَو پیما کے ذریعہ اس کی پیشتر ہی سے تعییر کرلینی چاہئے۔ (جیسا کہ تجربہ ۳۹ میں صراحت ہوئی ہے)۔ مدورچہ کا مثبت سرا بالالتزام ام پیما کے + نشان کے سرے کے ساتھ ملانا چاہئے۔ ا یا ۲ امپیر کی رَو عموماً کافی ہوتی ہے اگر مدورچہ کے ذریعہ رَو حاصل کی جاتی ہے تو اس کے خانوں کی تعداد میں تغیر کرکے ضرورت کے موافق رَو استعمال کرسکتے ہیں۔ اور اگر سیدھی رَو کے خزانہ سے برقی روشنی مہیا کی جاتی ہو تو مدار میں کافی مزاحمت (مثلاً مناسب وضع کے لمپ کو) شریک کرکے حسب ضرورت رَو اخذ کرسکتے ہیں۔ گیس کو جمع کرنے کے لئے متعدد قسم کے آلے ایجاد ہوئے ہیں۔ لیکن یہاں صرف دو قسم کے آلوں کی تشریح کیجائیگی۔

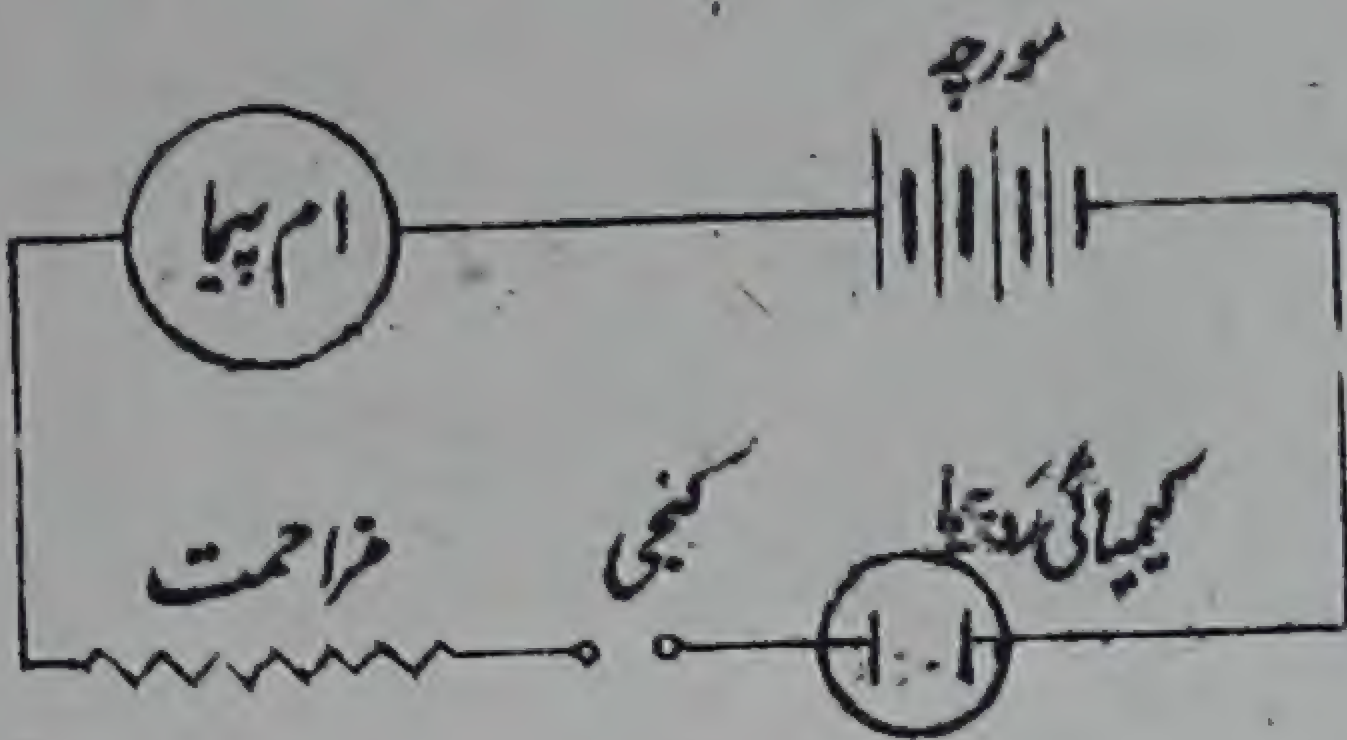
(۱) طوفی گیسوں کے جمع کرنے کا آلہ۔ آلہ کا شیشہ

کا حصہ شکل (۶۴) کے بموجب بنایا جاتا ہے۔ دونوں برقیرہوں کے پاس سے جو گیسیں نکلتی ہیں ایک ہی نلی میں جمع ہوجاتی ہیں۔ اس نلی کی مکعب سنتی میٹروں میں درجہ بندی ہوتی ہے چونکہ پانی کی ترکیب میں ہیڈروجن کے دو حجم کے ساتھ آکسیجن کا ایک حجم شامل ہے اس لئے جمع کی ہوئی گیسوں کے مجموعی حجم کا صرف $\frac{2}{3}$ حصہ ہیڈروجن کا حجم ہوتا ہے۔ تجربہ کرنے کے بعد آلہ کو ذرا سا ٹیڑھا کرنے سے گیس خارج

شکل (۶۴)
ملوانی گیسوں کا کیمیائی برق پیما

ہوکر درجہ دار نلی میں پھر پانی بھر جاتا ہے۔ اس لحاظ سے یہ آلہ جلد جلد تجربے کرنے کے لئے بہت موزوں ہے۔ علاوہ اس میں سے ایسڈ کا حل اچھلکر تجربہ خانہ کی میز کو نقصان بھی نہیں پہنچ سکتا۔

تجربہ (۶۰)۔ ہیڈروجن کے ب ک م کی تعیین (۱) شکل (۶۵) کے معائنہ سے آلات کی ترتیب معلوم ہوجائیگی۔ اس طرح بند شیشی ڈال لینے کے بعد ڈاٹ کنجی

کو اس کی جگہ میں داخل کر کے چند دقیقوں کے لئے دَور مکمل کر دیا جائے تا کہ اس کا تیقن ہو جائے کہ ام پیا کا انحراف مناسب ہے اور گیس کے بلبلے برقیروں کے پاس اچھی طرح برآمد ہو رہے ہیں۔ اگر برقی رَو ذخیرہ خانوں کے مورچہ سے حاصل کی جا رہی ہے تو بندش کے تاروں کے ساتھ مزاحمت کے تار کا ایک ٹکڑا (مثلاً پلاطینائیڈ یا منگانن کا) استعمال کیا جائے تا کہ برقی رَو ٹھیک طاقت سے بہے۔ اصل تجربہ شروع کرنے سے پہلے ابتدائی مراحل میں درجہ دار نلی کے اندر گیس کے جو بلبلے جمع ہو گئے ہوں ان کو نکال دینا چاہئے۔

مورچہ
ام پیا
کیمیائی رَو پیما
کنجی
مزاحمت

شکل (۶۴)
ب ک، م کی تعیین کے لئے تجربہ

برقی رَو اور چلر گنتی گھڑی کو ایک ساتھ چالو کرو۔ اور گیسوں کو نلی کے اندر جمع ہونے دو یہانتک کہ اس کا درجہ دار حصہ ان سے بھر جائے۔ ہر آدھے دقیقہ کو ام میٹر کا انحراف پڑھ لو اور ان سب کا اوسط نکال کر اوسط برقی رَو جو پانی میں سے گزر رہی ہے حساب کر لو۔ گیس جب کافی مقدار میں جمع ہو جائے تو برقی رَو اور گھڑی دونوں کو ایک ساتھ روک دو اور دیکھو برقی رَو کتنے ثانیوں تک برق پاشیدے میں سے بہتی رہی۔ پھر جمع شدہ گیسوں کا حجم (مکعب سم میں) پڑھ کر ہیڈروجن گیس کا حجم ح مکعب سم (جو مجموعہ کا $\frac{2}{3}$ حصہ ہے) دباؤ اور تپش کی کیفیت معلوم کر کے نوٹ کر لو۔

اس حجم کی طبعی دباؤ اور تپش کے لحاظ سے تصحیح ہونی چاہئے یعنی صفر درجہ مئی اور پارے کے ۷۶۰ ملی میٹر دباؤ کے تحت اسکی کیا قیمت ہوگی معلوم کرنا چاہئے۔
(ہوٹا گیس کو نلی کے اندر اتنی دیر تک بھی جمع نہونے دینا چاہئے کہ وہ انگ کے پاس سے ہٹ کر نیچے اُتر آئے ورنہ اس قسم کے آلہ سے دھماکے کا اندیشہ ہوتا ہے۔ کیونکہ گیسیں مخلوط ہوتی ہیں اور برقی رَو ان میں سے گزرنے کا احتمال ہے۔)

تپش کے اثر کی تصحیح ۔ چونکہ از روے کلیۂ شاول گیس کا حجم اس کی مطلق تپش کی مناسبت سے بدلتا ہے اگر بوقت تجربہ کمرے کی تپش ت° مطلق ہو (یعنے ۲۷۳° + تپش مئی جو مشاہدہ ہوئی ہو) تو صفر درجہ مئی یعنے ۲۷۳° مطلق تپش پر گیس کا حجم

$$ح \times \frac{۲۷۳}{ت}$$ مکعب سم ہوگا۔

(واضح ہو کہ گیس کا حجم ت° مطلق تپش پر (ح) مکعب سم ناپا گیا تھا)

دباؤ اور آبی بخار کے اثر کی تصحیح ۔ اگر تجربہ کے اختتام پر نلی میں گیسوں کے آمیزہ کا حقیقی دباؤ پارے کے (ہ) ہم اسطوانہ کے مساوی تھا اور بارپیما کی بلندی (ب) ملی میٹر تھی تو ب اور ہ میں اختلاف نلی کے دونوں پہلوؤں میں پانی کی بلندی مساوی نہ ہونے کی وجہ سے ہوگا۔ پس اگر پانی کی سطحوں میں ل مم کا فرق ہے تو اختلاف مذکورہ پارے کے $\frac{ل}{۱۳٫۶}$ ملی میٹر بلند اسطوانہ کے دباؤ کے برابر ہے۔ اس لئے کہ پارے کی کثافت تقریباً ۱۳٫۶ ہے۔ پس

$$ہ = ب + \frac{ل}{۱۳٫۶}$$

لیکن یہ یاد رکھنا چاہیئے کہ گیسوں کا مجموعی دباؤ (د) ہیڈروجن اور آکسیجن کے دباؤ ذ اور نلی میں کے آبی بخار کے دباؤ (گ) کا حاصل ہے۔ یہ بھی ظاہر ہے کہ نلی میں پانی کے اوپر کی فضا آبی بخار سے سیر ہے۔ لہذا گ کمرے کی تپش پر آبی بخار کا پارے کی ملی میٹروں میں سیری دباؤ ہے۔

یعنے ذ = د - گ یا ذ = ب + $\frac{۱}{۱۳٫۶}$ - گ

پس ازروئے کلیہ بائل آکسیجن اور ہیڈروجن کا حجم معیاری دباؤ (۷۶۰ مم) اور صفر درجہ مئی کے تحت

$$ح_. = ح \times \frac{۲۷۳}{ت} \times \frac{ذ}{۷۶۰} \text{ مکعب سم ہے}$$

$$= ح \times \frac{۲۷۳}{ت} \times \frac{ب + \frac{۱}{۲۷۳} - گ}{۷۶۰} \text{ مکعب سم}$$

اور ہیڈروجن گیس کا حجم اس حجم کا $\frac{۲}{۳}$ حصہ ہے۔

چونکہ ہیڈروجن گیس کے ایک لیتر کی کمیت صفر درجہ مئی اور ۷۶۰ مم پارے کے دباؤ کے تحت ۰٫۰۸۹۸۷ گرام ہے معیاری دباؤ اور تپش کے تحت ہم اس کے ایک مکعب سنتی میٹر کی کمیت تقریباً ۰٫۰۰۰۰۹ گرام لے سکتے ہیں۔ پس اس تجربہ میں جو ہیڈروجن جمع کی جاتی ہے اس کی کمیت

$$ک = \frac{۲}{۳} ح_. \times ۰٫۰۰۰۰۹ \text{ گرام ہے}$$

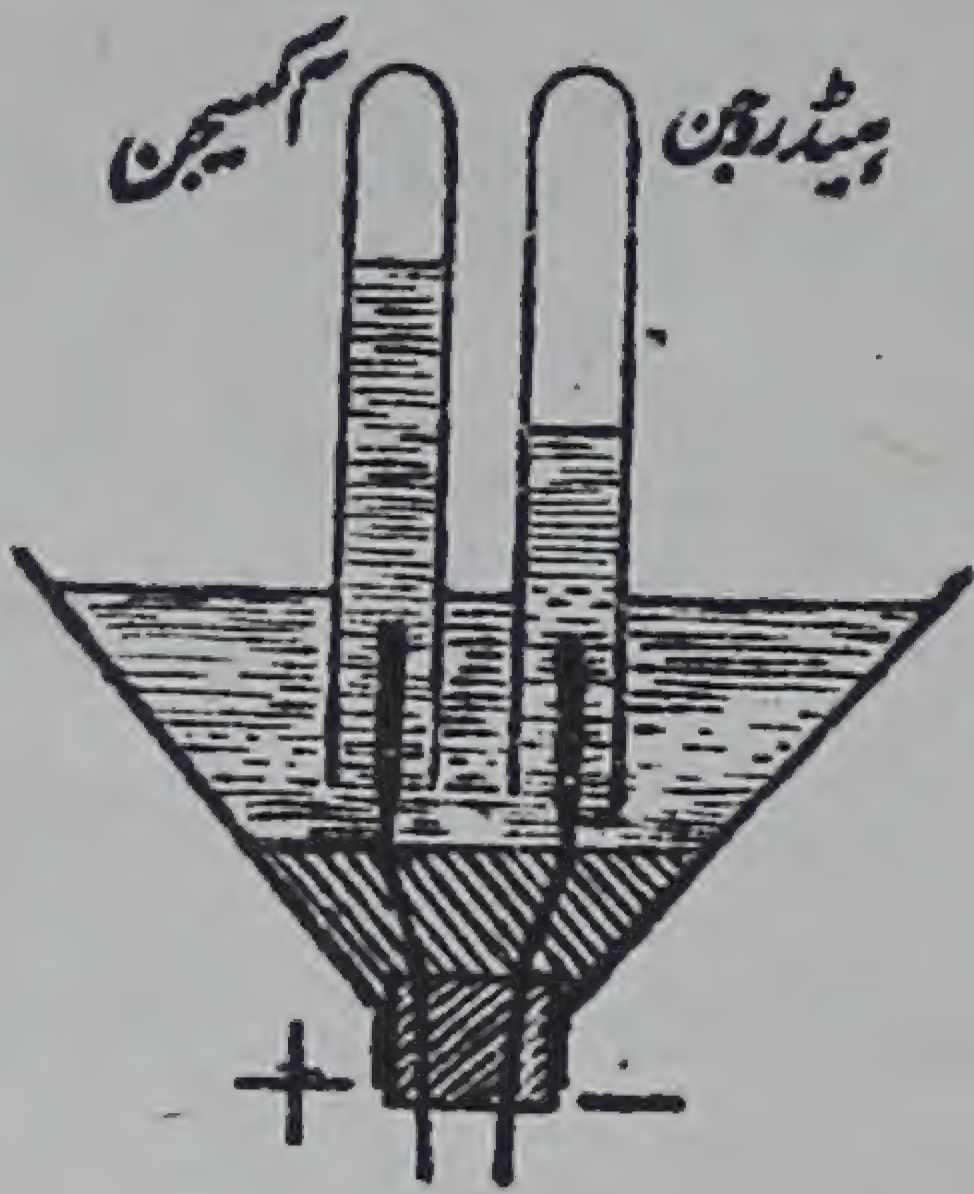
اور ہیڈروجن کا برقی کیمیائی معادل (ع) ضابطہ ذیل سے حساب کرلیا جاسکتا ہے۔

$$ع = \frac{ک}{س١ ح}$$

یہی تجربہ برقی رو (س) کی قیمتیں بدل بدل کر دوہرایا جاسکتا ہے۔

(۲) گیسوں کو علٰحدہ علٰحدہ جمع کرنے کا آلہ۔ شکل (۶۶) میں جو آلہ بتایا گیا ہے اس کے ذریعہ ہیڈروجن اور آکسیجن گیسیں علٰحدہ علٰحدہ دو اوندھے امتحانی نلیوں یا نالچوں میں جمع کی جاتی ہیں۔ تجربہ شروع کرنے سے پہلے ان نلیوں کو پانی سے بھر کر پلاٹینم کے برقیروں پر اوندھا دیا جاتا ہے۔

تجربہ (۶۱)۔ ہیڈروجن کے ب، ک، م کی تعیین (۲)۔ شکل (۶۵) کی طرح برقی بندشیں ملادو اور گیسوں کو جمع کرنے کی نلیوں میں پانی بھر کر انہیں اپنے مقام پر جمادو۔

پانی میں نلی کا منہ جس عمق پر واقع ہوتا ہے اس کی تبدیلی کے ساتھ آلہ کی برقی مزاحمت میں معتدبہ تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔ پس اس تجربہ میں محض نلیوں کی وضع تبدیل کرکے مناسب طاقت کی رو پیدا کی جاسکتی ہے۔ لیکن اس کی بھی احتیاط کی جانی چاہئے کہ سب بلبلے شیشہ کی نلی میں داخل ہوجائیں۔ اگر نلی کا منہ برقیر ہوں

شکل (۶۶)
گیسوں کو علٰحدہ جمع کرنے کا کیمیائی برق پیما

سے اوپر ہو یا پانی میں کافی عمق تک ڈوبا ہوا نہ ہو تو احتمال ہے کہ کچھ بلبلے نلی کے باہر نکل جائیں۔ طریقہ عمل اس آلہ کے ساتھ بھی وہی ہے جو ملوی گیسوں کے آلہ کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ البتہ فرق صرف اتنا ہے کہ کیتھوڈ کی نلی میں جو ہیڈروجن جمع ہوتی ہے اس سے نلی کو یہاں تک بھرنے دیا جاتا ہے کہ نلی کے اندر اور باہر پانی کی سطح ایک ہو جائے ایسی صورت میں گیس (اور آبی بخار) کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے مساوی ہوگا یعنے ل کی قیمت صفر ہو جائیگی۔ اور د = ب۔ گ اثر نمی کی تصحیح کرکے ہیڈروجن گیس کا حجم صفر درجہ مئی اور ۷۶۰ ملی میٹر پارے کے دباؤ کے تحت

$$\text{ح} = \text{ح} \times \frac{۲۷۳}{\text{ت} + ۲۷۳} \times \frac{\text{ب} - \text{گ}}{۷۶۰}$$

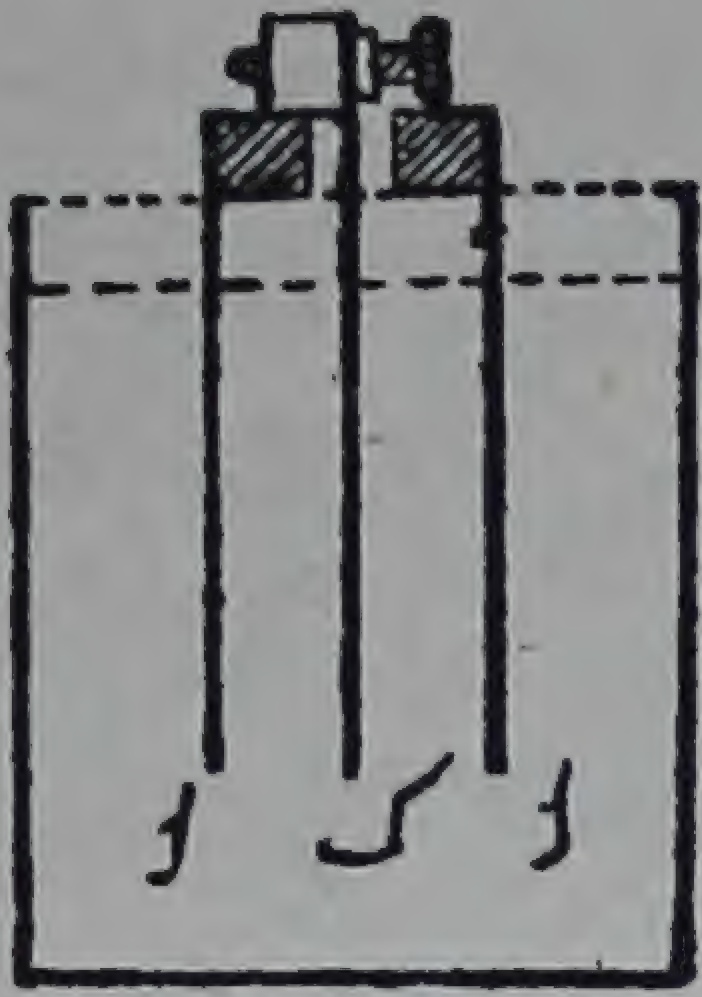
واضح ہو کہ یہاں (ت) سے آلہ کے اندر کے پانی کی ہٹی تپش مراد ہے۔

تجربہ (ک) تانبے کے برقی کیمیائی معادل کی تعیین۔

تانبے کے برقیروں کے بیچ میں سے تانبے کے کسی نمک کے آبی حل کے اندر سے برقی رو بہائیں تو اینوڈ کا تانبا گل جائیگا اور کیتھوڈ پر برآمد ہوگا۔ یہ کیمیائی عمل مقدار برق کے متناسب ہوگا جو نمک کے حل میں سے بہیگی۔ تجربہ سے معلوم ہوتا ہے کہ اینوڈ کے نقصان کمیت کی تخمین سے کیمیائی عمل کا صحیح اندازہ نہیں ہوسکتا اس لئے کہ اس تختی پر سے چھلکی طور پر چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈھیلے ہوکر مائع میں گر پڑتے ہیں۔ اسی وجہ سے کئی تجربوں میں ہمیشہ کیتھوڈ کے اضافہ کمیت ہی کی تخمین

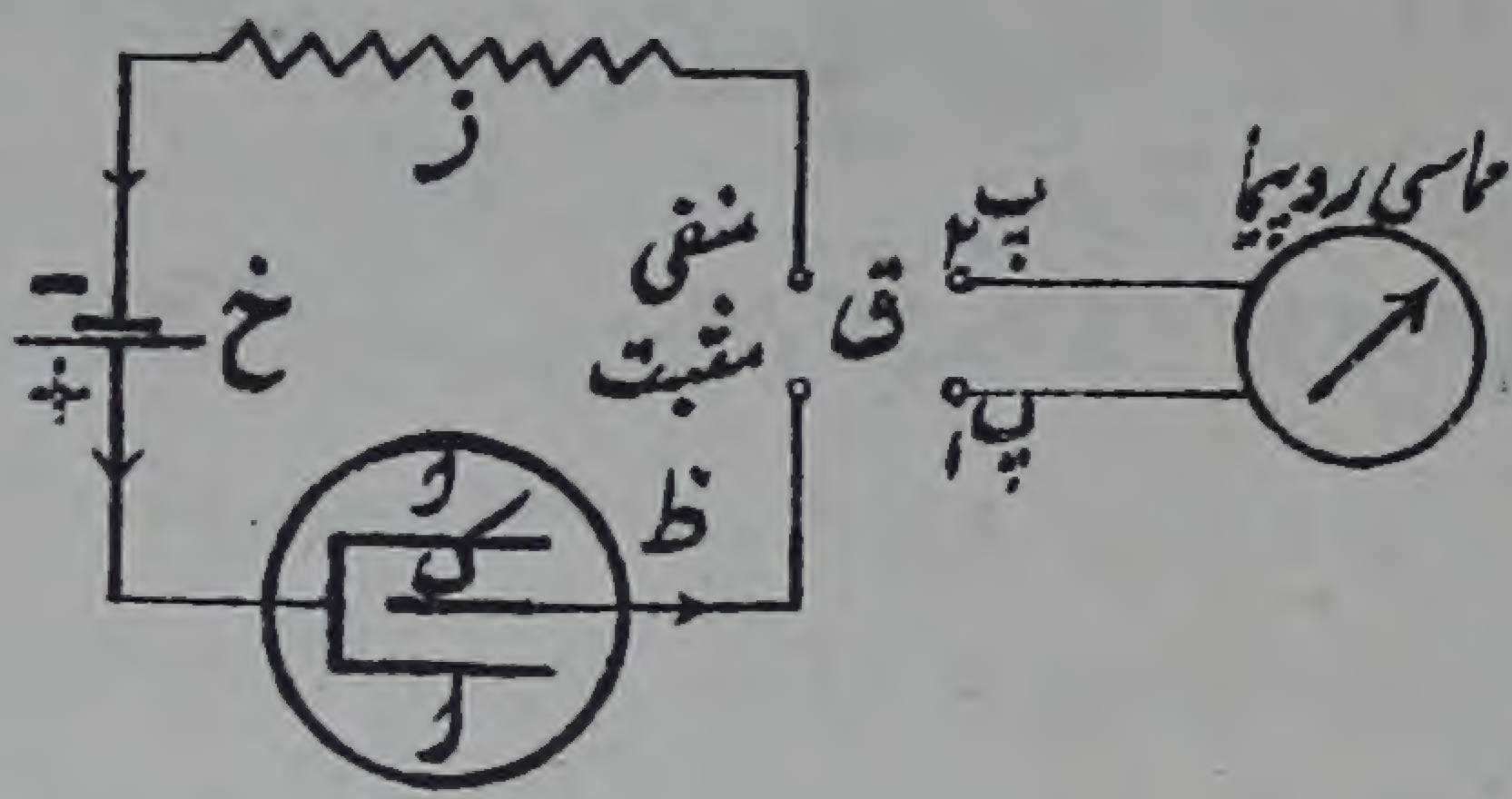
کی جاتی ہے۔ موجودہ تجربہ کی غایت یہ ہے کہ تانبے کا برقی کیمیائی معادل دریافت کیا جائے۔ یعنے ایک کولومب برق کے بہنے سے کتنا تانبا آزاد ہوتا ہے معلوم کیا جائے۔ پس اس کے لئے برقی رَو کی مطلق پیمائش کا آلہ چاہئے اور جتنی دیر تک برقی رو بہتی ہو مشاہدہ کرلی جائے۔ اکثر تجربوں میں تانبے کے ب ک ک ۳م کی قیمت فرض کرلی جاتی ہے اور اس کے ذریعہ کسی دی ہوئی برقی رَو کی طاقت دریافت کی جاتی ہے جس آلہ کے ذریعہ یہ تجربے عمل میں آتے ہیں تانبے

کا کیمیائی رَو پیما کہلاتا ہے۔ شیشہ کے ایک مرتبان میں، باعتبار وزن، ۲۰ حصے نیلے طوطے (کاپر سلفیٹ) کی قلمیں تقریباً ۸۰ حصے پانی میں حل کی جاتی ہیں۔ اس میں ایک فی صد مرتکز سلفیورک ترشہ شریک کرکے حل کو خفیف سا ترشئی بنادیا جاتا ہے۔ اینوڈ دو متشابہ تانبے کی تختیاں ہوتی ہیں جو باہم متوازی ہیں اور آبنوس کی ایک آڑی تختی سے جڑی ہوئی ہوتی ہیں۔ یہ آڑی تختی شیشہ کے مرتبان پر دھری رہتی ہے۔ کیتھوڈ تانبے کی ایک تختی ہے جو رقبہ میں اینوڈ کی تختیوں میں کی ایک تختی کے تقریباً مساوی ہے اور ان دونوں کے بیچ میں واقع ہوتی ہے۔ آبنوس کی تختی پر پیتل کا ایک چھوٹا کندا رکھا ہوا ہوتا ہے اور کیتھوڈ کی تختی اس کندے کے ساتھ صرف ایک بند پیچ کے ذریعہ باندھ دی جاتی ہے تاکہ اس کو تولنے کے لئے نکالنے میں سہولت ہو۔ چونکہ اینوڈ اور کیتھوڈ دونوں اسی دھات کے بنے ہوئے ہوتے ہیں جو برقی رَو کے بہنے سے لئع میں سے خارج ہوتی ہے تقطیب کی وجہ سے رجعی محرکہ برق پیدا ہونے نہیں پاتا اور چھوٹے

سے چھوٹے م، ب سے جو مائع پر باہر سے عمل کرے تانبے کا اخراج وقوع میں آئیگا۔ اگر برقی رَو بہت کمزور ہے تو صحت کے ساتھ تولنے کے قابل تانبا خارج ہونے کے لئے بہت عرصہ تک ٹھیرنا پڑتا ہے۔ اور اس کے برعکس اگر برقی رَو بہت زور دار ہے تو تانبے کے چھلکے تختی سے ٹوٹ کر گرنے کا اندیشہ ہے۔ تانبا مائع سے خارج ہوکر کیتھوڈ کی تختی پر مضبوط

شکل (۶۷)
تانبے کا کیمیائی برقی رَو پیما

اور ہموار شکل میں جمنے کے لئے برقی رَو کی شرح تختی کی سطح کے ہر ۵۰ یا ۶۰ مربع سم کے لئے ایک ایمپیر سے متجاوز نہ ہونی چاہئے۔ اس لئے کیتھوڈ کے دونوں پہلوؤں کا رقبہ معلوم کرکے اس کے لحاظ سے جو اعظم برقی رَو درکار ہوگی اس سے رَو پیما کا تقریبی انصراف کیا ہوگا حساب کرلینا چاہئے۔ اگر کیتھوڈ ۵ سم چوڑی مستطیل شکل کی تختی ہو اور مائع میں ۱۰ سم عمیق ڈوبی ہوئی ہو تو برق پاشیدگی کے لئے تقریباً ۲ ایمپیر کی رَو استعمال ہونی چاہئے اور کم از کم آدھے گھنٹہ تک

عمل جاری رکھا جائے۔

تجربہ (۶۳)۔ تانبے کے ب، ک، م کی تعیین۔ شکل (۶۸) کی طرح آلات کو ترتیب دو اور اس کی احتیاط رہے کہ برق پاشیدگی کے ظرف کا کیتھوڈ مورچہ کے منفی قطب سے ملایا جائے۔

شکل (۶۸)
تانبے کا ب، ک، م

خ برقی مورچہ ہے۔ یہاں صرف ایک ثانوی، یا ذخیرہ خانہ کافی ہوگا۔
ظ برق پاشیدگی کا ظرف یعنے کیمیائی برقی رو پیما ہے۔
ز ایک تغیر پذیر مزاحمت ہے۔ اس کے لئے پلاطینائیڈ تار کا ایک کافی لمبا ٹکڑا اچھا کام دیسکتا ہے۔
ق ایک منقلب ہے۔
پ ایک ماسی رو پیما ہے۔
اس تجربہ میں ایک ہی پچھے کا ماسی رو پیما استعمال ہوتا ہے، جس میں تانبے کے موٹے تار کے صرف ایک یا دو چکر ہوتے ہیں۔ رو پیما کے نزدیک لوہے کی قسم کی کوئی چیز

نہ ہونی چاہئے۔ اور اس کا مستوی مقناطیسی نصف النہار کے متوازی ہونا چاہئے اور رَو بہنے سے پہلے سوئیاں صفر نشانوں پر واقع ہونی چاہئیں۔ رَو پیما کو منقلب کے ساتھ ملانے کے تار ایک دوسرے پر موڑ دئے جانے چاہئیں اور رَو پیما سے انکو پرے رکھنا چاہئے تاکہ ان کی وجہ سے کوئی مخل مقناطیسی میدان رَو پیما کی مقناطیسی سوئی پر اثر نہ کرے۔

کیتھوڈ کی تختی کو پہلے ریت یا چینی کے سفوف اور پانی سے صاف کر لیتے ہیں۔ اس کے بعد اس کو پانی میں دھوکر برقی پاشیدگی کے ظرف میں داخل کرکے مزاحمت (ز) کو حسب ضرورت ٹھیک کرتے ہیں تاکہ برقی رَو مناسب مقدار میں بہے۔ دو ایک دقیقہ تک رَو کو بہنے دیکر دَور منقطع کردیا جاتا ہے اور کیتھوڈ کی تختی معائنہ کے لئے مائع کے باہر نکال لی جاتی ہے۔ اگر عمل درست رہا ہے تو تختی کا جو حصہ مائع میں ڈوبا ہوا تھا اس پر نئے تانبے کے سرخ رنگ کا صاف استر دکھائی دینا چاہئے۔ [اگر تختی کا رنگ سیاہی مائل ہے تو سمجھنا چاہئے دَور کی بندشوں میں غلطی ہوئی ہے۔] سرخ رنگ کے استر کو دھوکر احتیاط سے خشک کرلیا جائے۔ تختی پر پہلے جاذب کاغذ آہستہ سے دباکر اس پر کا پانی دُور کردیا جاسکتا ہے اور پھر اس کو بنسنی یا شراب کی مشعل کے شعلہ کے اوپر کافی دور پکڑکر باقیماندہ رطوبت خارج کردیجاسکتی ہے۔ دھیان اس لئے رکھنا چاہئے کہ تانبا جلکر اکسائیڈ نہ ہوجائے۔ اس طرح خشک ہونے کے بعد کیتھوڈ کی تختی کو کیمیائی ترازو میں تول کر ایک ملی گرام تک صحیح وزن معلوم کرلیا جائے۔ پھر تختی کو برق پاشیدگی کے ظرف میں داخل کرکے گھڑی میں وقت دیکھ کر برقی رَو کو چالو کیا جائے، اور کم از کم آدھے

گھنٹہ تک اس کو جاری رکھا جائے۔ پہلے پانچ دقیقوں میں رَو پیما کا انصراف مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد فوراً منقلب کنجی کو پھیر کر رَو پیما میں رَو کی سمت الٹ دی جاتی ہے، اور انصراف معلوم کرلیا جاتا ہے۔ اسی طرح ہر پانچ منٹ کے وقفہ سے رَو کی سمت الٹ دی جاتی ہے۔

نتیجہ اس طرح قلمبند کیا جائے :-

وقت	اوسط انصراف	مماس
صفر منٹ		
۵	+۳۵٫۰ درجہ	۰٫۷۰۰۲
۱۰	-۳۶٫۵	۰٫۷۴۰۰
۱۵	+۳۶٫۰	۰٫۷۲۶۵
۲۰	-۳۶٫۰	۰٫۷۲۶۵
۲۵	+۳۵٫۵	۰٫۷۱۳۳
۳۰	-۳۵٫۰	۰٫۷۰۰۲
	اوسط	۰٫۷۱۷۸

دوران تجربہ جو اوسط رَو بہی ہے اس کی قیمت امپیروں میں ضابطہ ذیل سے ملتی ہے :

$$\text{را} = 10 \times \frac{\text{ف}}{\text{ھ}}\ \text{مس عہ}$$

جس میں را = اوسط برقی رَو امپیروں میں
مس عہ = انصرافوں کا اوسط مماس
ھ = مقناطیسی میدان جو رَو پیما کے پیچھے کے مرکز پر مس، گ، ث برقی مقناطیسی اکائی رَو سے پیدا ہوتا ہے۔

ف = زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت
[جس کی قیمت حیدرآباد میں ۰٫۳۶۵ ڈائین لیجاسکتی ہے]
رو پیما اگر معمولی مماسی رو پیما ہے اور اس میں تار کا ایک ہی چکر ہے اور (ص) سم اس کا نصف قطر ہے تو

$$م = \frac{۲ \pi}{ص}$$

$$\text{پس (امپیروں میں) } ر = \frac{۱۰ \, ص \, ف}{۲ \pi} \text{ مس عہ}$$

[اور اگر ہلم ہولٹس کا رو پیما استعمال ہوتا ہے جس میں ص سم نصف قطر کے دو مساوی اور متوازی حلقے ہیں اور ان میں (ص) سم ہی کا فصل ہے اور ہر حلقہ میں تار کا ایک ہی چکر ہے تو

$$م = \frac{۸٫۹۹}{ص}$$

$$\text{پس اس صورت میں } ر \text{ کی قیمت امپیروں میں} = \frac{۱۰ \, ص \, ف}{۸٫۹۹} \text{ مس عہ}]$$

ڈنڈی کمپاس یا سرل جاپ کے ذریعہ بصحت ممکنہ رو پیما کے چکر کا اوسط نصف قطر (ص) ناپ لو اور ر کی قیمت حساب کرلو۔
برقی رو کو بند کرکے کیتھوڈ کو بیشتر کی طرح احتیاط کے ساتھ دھوکر خشک کرلو۔ پھر اس کو تول کر اضافہ وزن معلوم کرلو۔
اگر اضافہ ک گرام ہے تو برقی کیمیائی معادل $ع = \frac{ک}{ر ق}$ = تعداد گرام تانبا جو فی کولومب برق کے گزرنے سے مائع سے خارج ہوا۔

ساتواں باب

برقی رو کا حرارت پیدا کرنیوالا اثر

فصل (۱) - جول کا کلیہ

اگر دو نقطے ایک برقی دور میں شامل ہیں تو ان کا درمیانی تفاوت قوہ اس کام کے مساوی ہے جو برق کی اکائی کو چھوٹے قوہ کے نقطہ سے اٹھا کر بڑے قوہ کے نقطہ تک لیجانے میں صرف ہوتا ہے۔ پس اگر دو نقطوں کا تفاوت قوہ (ت) ہو اور اسکے مقابلہ میں (م) مقدار برق ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک پہنچائی جاتی ہے تو کام ک = ت م عمل میں آتا ہے۔

اگر (س) ایک ہموار برقی رو ہے جو (د) وقت تک بہتی ہے تو مقدار برق (م) = س د اور اسلئے ک = ت س د

اگر (ت) کی پیمائش اولٹوں میں ہو، (س) کی پیمائش امپیروں میں اور (د) کی ثانیوں میں، تو کام کی قیمت ک جول ہوگی۔ اس لئے کہ ایک جول = $۱۰^{۷}$ ارگ ہے۔

جب برقی رو کی توانائی کسی حیلی کام یا کیمیائی عمل پر صرف نہیں ہوتی ہے تو موصل کی حرارت کی شکل

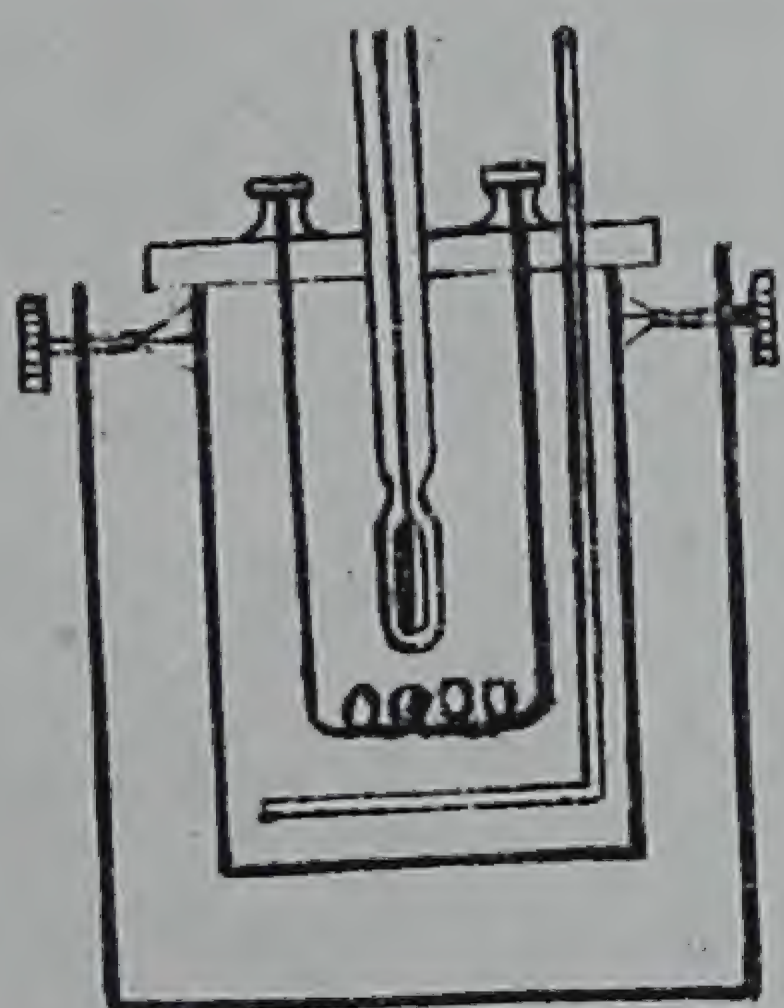
اختیار کرتی ہے۔ جول کے کلیہ کے بموجب حرارت کا معادل حیلی ضابطہ ذیل حیلی توانائی کی ایک معینہ مقدار ہے:

ک = جو ح

اگر (ک) کی پیمائش جولوں میں ہو اور (ح) کی پیمائش کیلوریوں یا حراروں میں، (جو) کی قیمت تقریباً ۴٫۲ ہوتی ہے۔ اس لئے کہ ایک حرارہ ۴٫۲ × ۱۰^۷ ارگ کے معادل ہے۔

پس جو ح = ت ر ق

تجربہ (۶۳)۔ برقی طریقہ سے حرارت کے حیلی معادل کی تعیین۔ مندرجہ بالا ضابطہ کو عملی طریقہ پر اس طرح ثابت کرسکتے ہیں کہ ایک دی ہوئی برقی رَو کو معینہ مدت تک معلوم تفاوت قوہ کے تحت ایک موصل پر سے بہاکر موصل میں جو حرارت پیدا ہوتی ہے اس کو ناپ لیں۔

اس حرارت کی پیمائش کے لئے ایک بڑے (تقریباً نصف لیتر گنجائش کے) حرارہ پیما میں معلوم حرارت نوعی کا ایک مائع ڈالا جاتا ہے اور اس کے اندر مزاحمت کا لچھا جس پر سے برقی رَو بہتی ہے ڈبویا جاتا ہے۔ اگر یہ مائع

شکل (۶۹)
حرارہ پیما اور مزاحمت کا لچھا

پانی ہے تو رَو کے بہنے سے اس کی کسیقدر برق پاشیدگی ہوتی ہے۔ لیکن اس کا اثر چنداں قابل لحاظ نہیں ہوسکتا بشرطیکہ رَو پیدا کرنے والا تفاوت قوہ ۸ یا ۱۰ اولٹ سے متجاوز نہ ہو اور مائع میں ڈوبے ہوئے پیچھے کی مزاحمت کم (بقدر ۵ء۰ اوم) ہو۔ حرارہ پیما کا لکڑی کا ایک ڈھکن ہوتا ہے جس میں دو بند پیچ ہوتے ہیں، اور پیچھے کے سرے تانبے کے موٹے تاروں کے ذریعہ ان پیچوں سے باندھ دیئے جاتے ہیں۔ ڈھکن میں ایک سوراخ تپش پیما داخل کرنے کے لئے ہوتا ہے اور ایک ہلانی کے لئے۔ واضح ہو کہ اس تجربہ میں مایع کو ھلانی کے ذریعہ باقاعدہ طور پر مسلسل حرکت دینا نہایت ضروری ھے۔

حرارہ پیما کو پہلے خالی تول لیتے ہیں اور پھر اس میں پانی بھر کر تولتے ہیں۔

برقی مقادیر کی پیمائش کے لئے سب سے زیادہ موزوں طریقہ یہ ہے کہ ایک ام پیما اور اولٹ پیما استعمال کئے جائیں۔ آلات کی تنظیم شکل (۷۰) کی طرح ہونی چاہئے۔

خ ۴ یا ۵ ذخیرہ خانوں کا مورچہ ہے۔

ک ایک ڈاٹ کنجی ہے۔

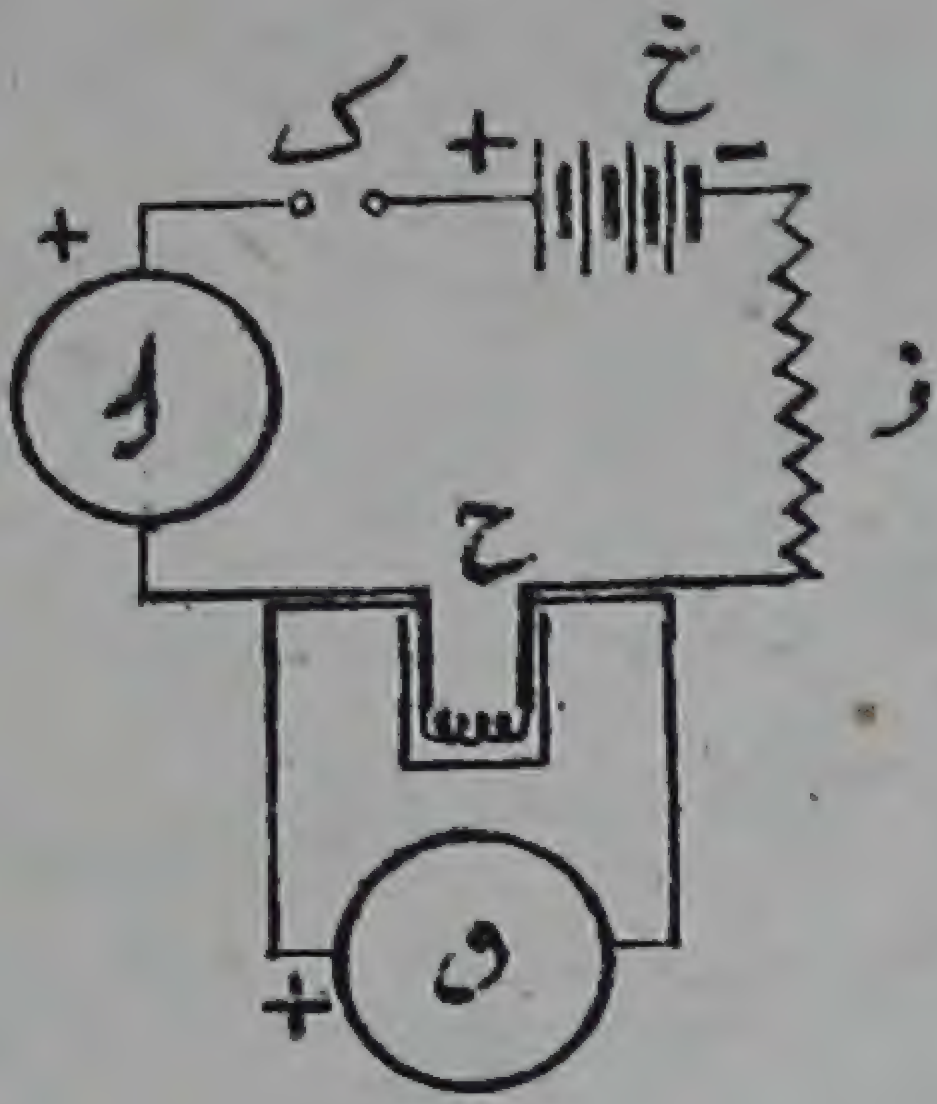
ا ایک ام پیما ہے جو ۱۵ یا ۲۰ امپیروں تک کی رَو ناپ سکتا ہے۔

و ایک اولٹ پیما ہے جس سے ۵ اولٹ تک کا تفاوت قوہ ناپا جاسکتا ہے۔

ح حرارہ پیما ہے۔

ذ تار کی جالی کا ایک مقوّم ہے یا ایک غیر مجوزہ مزاحمت کا تار ہے۔

۸ سے لیکر ۱۲ امپیر تک کی رَو استعمال کی جائے تو مناسب

ہوگا تاکہ ۲ یا ۳ منٹ میں مائع کی تپش میں کافی ترقی محسوس ہو۔ دَور کی تکمیل کے لئے تانبے کے موٹے تار استعمال کرکے برقی رَو کی طاقت کو ایک مناسب انداز پر لاؤ۔ پھر چند منٹ تک انتظار کرو کہ حرارہ پیما کی تپش ہموار ہو جائے۔ اس عرصہ میں کبھی کبھی ہلانی سے مائع کو ہلاتے بھی جاؤ۔ جب تپش ہموار ہو جائے تپش پیما پر اس کی قیمت $ت_۱$ پڑھ لو۔

شکل (۷۰)
برقی رَو سے حرارت کی پیدائش

جب گھڑی کی ثانیے بتانے والی سوئی ۶۰ نشان پر سے گزرتی ہو برقی رَو کو چالو کرو اور اس کو کوئی ۳ منٹ تک جاری رہنے دو۔ ساتھ ہی مائع کو ہلانی سے خوب ہلاتے بھی جاؤ۔ ہر آدھ منٹ کو ام پیما اور اولٹ پیما کے مظہرہ نشان بھی قلمبند کرلو۔ ایک معینہ مدت کے بعد رَو کو بند کردو اور مائع کی آخری تپش $ت_۲$ مشاہدہ کرلو۔

فرض کرو ک = حرارہ پیما کے اندرونی ظرف کی کمیت
ک = پانی کی کمیت
ن = حرارہ پیما کے فلز کی حرارت نوعی
$ت_۱$ = ابتدائی تپش
$ت_۲$ = آخری "

پس جو حرارت حرارہ پیما اور اس کے مافیہ میں داخل ہوئی

ہے

$$ح = (ک + ک' ن)(ت_2 - ت_1)$$

اور یہ $\frac{ت ر ق}{جو}$ کے مساوی ہے۔

$$لہذا \quad جو = \frac{ت ر ق}{(ک + ک' ن)(ت_2 - ت_1)}$$

واضح ہو کہ یہاں وقت (ق) ثانیوں میں درج ہونا چاہئے۔
مساوات بالا سے جو کی قیمت حساب کرلی جائے
برقی رو کی قیمت بدل بدل کر یہی تجربہ دوہرایا جاسکتا ہے۔
اولٹ پیما کے ذریعہ تفاوت قوہ ت، کی پیمائش کرنے کے
عوض میتری پل کے ذریعہ مائع میں ڈوبے ہوئے پچھے کی مزاحمت
ذ ناپی جاسکتی ہے، اور پھر جو کی قیمت ذیل کے مساوات سے
حساب کرلی جاسکتی ہے:

$$جو\ ح = ر^2 ذ ق$$

[نوٹ۔ یہ آخری مساوات ہر وقت اور ہر حالت میں صحیح ہے، خواہ برقی رو کوئی قسم کا کام کرے یا نہ کرے۔ دور کے تفاوت قوہ کا ایک جزو جو مزاحمت ذ پر غالب آنے کے لئے درکار ہے ر ذ ہے اگر برقی رو کی قیمت ر ہے، بقیہ حصہ خواہ کسی طرح صرف ہوتا ہو۔ اس لئے اس حرارت پیدا کرنے والے اثر کی ہمیشہ ر² ذ ق سے پیمائش ہوتی ہے۔ چنانچہ برقی انجنیر جب کبھی اس اثر کا ذکر کرتے ہیں "ر² ذ ق کے نقصان" سے تعبیر کرتے ہیں۔]

فصل (۲) - برقی لمپ کی استعداد

توانائی کی باقاعدہ پیمائش کے لئے حسب ذیل اکائیاں مستعمل ہیں:

ارگ = ایک ڈائین سنتی میٹر

جول = ۱۰^۷ ارگ

کیلوری یا حرارہ یعنے توانائی کی اکائی (حرارت کے توسط سے)

۴٫۲ × ۱۰^۷ ارگ = ۴٫۲ جول

بورڈ آف ٹریڈ اکائی (یا کلوِن) = ایک کیلو واٹ طاقت کے انجن سے ایک گھنٹہ میں جو توانائی مہیا ہوتی ہے۔ اس کو کیلو واٹ گھنٹہ بھی کہتے ہیں۔

طاقت (یعنے کام کرنے کی شرح) ناپنے کے لئے حسب ذیل اکائیاں مستعمل ہیں:-

نظام س، گ، ث کی اکائی = ایک ارگ فی ثانیہ

واٹ = ایک جول فی ثانیہ

کیلو واٹ = ۱۰۰۰ واٹ

برطانی اسپی طاقت = ۳۳۰۰۰ فٹ پونڈ فی منٹ = ۷۴۶ واٹ

برقی طاقت کی پیمائش کے لئے برقی رَو اور تفادت قوہ کی پیمائش ضروری ہے۔ توانائی کے لئے ان دونوں کے علاوہ

دقت کی پیمائش بھی ہونی چاہئے۔
ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک برقی قوتوں کے مقابلہ میں اگر مقدار برق کی اکائی لیجانے کے لئے اکائی کام کرنا پڑتا ہے تو اِن نقطوں کے مابین اکائی تفاوت قوہ فرض کیا جاتا ہے۔
اکائی دقت تک اگر برقی رو کی اکائی ان نقطوں کے درمیان بہے تو ایک نقطہ سے دوسرے نقطہ تک مقدار برق کی اکائی منتقل ہوسکتی ہے۔ (س) قیمت کی برقی رو (ی) ثانیوں تک بہنے سے جو مقدار (م) منتقل ہوتی ہے (س ی) کے مساوی ہے۔
اگر پیمائش س گ ث نظام کی برقی مقناطیسی اکائیوں میں ہوتی ہے تو کام کی تخمین ارگوں میں ہوتی ہے۔ اور اگر عملی اکائیوں میں پیمائش کی جاتی ہے تو کام کی تخمین جولوں میں ہوتی ہے۔ کیونکہ دو نقطوں کے مابین ایک اولٹ تفاوت قوہ جب ہوتا ہے تو برقی قوتوں کے برخلاف ایک کولومب برق ان کے مابین لیجانے کے لئے ایک جول کام کرنا پڑتا ہے۔

اگر دو نقطوں میں ایک اولٹ تفاوت قوہ ہے اور انکے بیچ میں ایک امپیر کی ہموار رو بہتی ہے تو کام کی شرح ایک جول فی ثانیہ یا ایک واٹ ہوگی۔

ا کولومب = $۱۰^{-۱}$ ب م ا (مطلق) یعنے مطلق برقی مقناطیسی اکائی

ا امپیر = $۱۰^{-۱}$ ایضاً

ا اولٹ = $۱۰^{۸}$ "

ا اوم = $۱۰^{۹}$ "

جب برقی توانائی سے تنویہ کا کام لیا جاتا ہے تو جس شرح سے یہ توانائی بہم پہنچائی جاتی ہے اور اس سے جس بتی - طاقت کا نور حاصل ہوتا ہے ان دونوں کا باہمی تعلق جاننا ضروری ہے - برقی انجنیروں کی اصطلاح میں برقی مبداء نور کی استعداد سے مراد واٹوں کی تعداد ہے جو مبداء کی ایک بتی - طاقت کے لئے صرف ہوتی ہے - ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ یہ غلط اصطلاح ہے - اس عدد سے فی الحقیقت مبداء کے عدم استعداد کا پتہ چلتا ہے - اگر استعداد کا مفہوم بتی طاقت فی واٹ ہوتا تو زیادہ صحیح ہوتا -

تجربہ (۶۴) - برقی لمپ کی استعداد کی تعیین - لمپ کی بتی طاقت روشنی کے آٹھویں باب (متعلق ضیاء پیمائی) کے کسی مناسب طریقہ سے ناپ لی جا سکتی ہے -

منور رشتہ کے برقی چراغ کو جو توانائی بہم پہنچائی جاتی ہے اس کی پیمائش کے لئے چراغ میں سے گزرنے والی برقی رَو اور اس کے سروں کا تفاوت قوہ ناپنا پڑتا ہے -

آلات شکل (۷۱) کی طرح ترتیب دئے جائیں -

ل برقی لمپ ہے -

ذ تغیر پذیر تار کی جالی کی مزاحمت ہے

د ام پیما ہے جو دَور میں ہمسلسلہ شریک کیا گیا ہے اور

و اولٹ پیما ہے جو لمپ کے ساتھ ہمتوازی ملایا گیا ہے

ام پیما اور اولٹ پیما کو دَور میں شامل کرنے سے پہلے دیکھ لینا چاہئے کہ ان کے کون سے سرے مثبت ہیں اور کون سے منفی۔ پھر ان کو مبداء کے مناسب سروں سے ملاکر برقی رَو چالو کی جائے۔ اور مزاحمت (ذ) کی کوئی ایک مخصوص قیمت لیکر ام پیما اور اولٹ پیما کی سوئیوں کے انصراف نوٹ کرلئے جائیں۔

مبداء سے ملانے والے تار

شکل (۷۱)
برقی چراغ کی استعداد

موجودہ حالت میں لمپ کی بتی طاقت ناپ لی جائے۔ پھر مزاحمت (ذ) کی قیمت بتدریج گھٹا کر ام پیما اور اولٹ پیما کے مظہرہ نشانوں کی ایک ترتیب وار فہرست تیار کیجائے۔ آخر میں مزاحمت (ذ) کو بالکلیہ منقطع کرکے لمپ جس تفاوت قوہ پر چلنے کے لئے بنایا گیا ہے اس کے متعلقہ مشاہدات (برقی رَو اور بتی طاقت کے) قلمبند کرلئے جائیں اور ان تمام مشاہدات کے ذریعہ مندرجہ ذیل امور حساب کئے جائیں:-

(۱) ہر تفاوت قوہ کے لئے واٹوں کی تعداد فی بتی طاقت

(۲) بتی طاقت فی واٹ

(۳) لمپ کی مزاحمتیں جبکہ وہ مختلف بتی طاقتوں سے جلتا ہے

(۴) لمپ سے فی ثانیہ کتنی حرارت پیدا ہوتی ہے (حراروں میں)

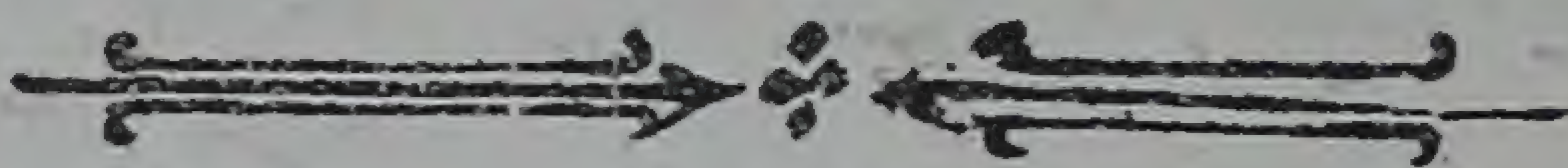
یہ تمام نتائج جدول کی شکل میں درج کئے جائیں اور ان کی مناسب ترسیمیں تیار کی جائیں۔

اس طریقہ کے تجربے اگر فلزی ریشہ اور نیز کاربن کے ریشہ کے چراغوں کے ساتھ کئے جائیں تو فائدہ بخش ہوگا۔

کاربن کے ریشہ کی مزاحمت اس کی تپش کے ساتھ (جس کا اندازہ نور کے رنگ سے ہوسکتا ہے) بڑھنے کے بجائے گھٹتی ہے۔ فلزی ریشہ اور کاربن کے ریشہ کے چراغوں میں یہ بڑا اہم فرق ہے۔

اٹھواں باب

امالی روئیں - برقی مقناطیسی مشینیں

فصل (۱) برقی مقناطیسی امالہ

۱۸۳۱ء میں فیراڈے نے اس بات کا اکتشاف کیا کہ جب کبھی کسی بند دور کے اندر سے گزرنے والے مقناطیسی امالہ کے خطوط کی تعداد میں تغیر پیدا ہوتا ہے تو اس دور میں سے ایک برقی رو بہتی ہے - ایسی رو کو امالی رو کہتے ہیں۔

مندرجہ ذیل سببوں میں سے کسی ایک سبب سے مقناطیسی امالہ کے خطوط کی تعداد میں تغیر پیدا ہوسکتا ہے:

(۱) قریب کے موصلوں میں برقی رو کا اجرا یا اس کی موقوفی۔

(۲) ان برقی رووں کی طاقت میں تبدیلی۔

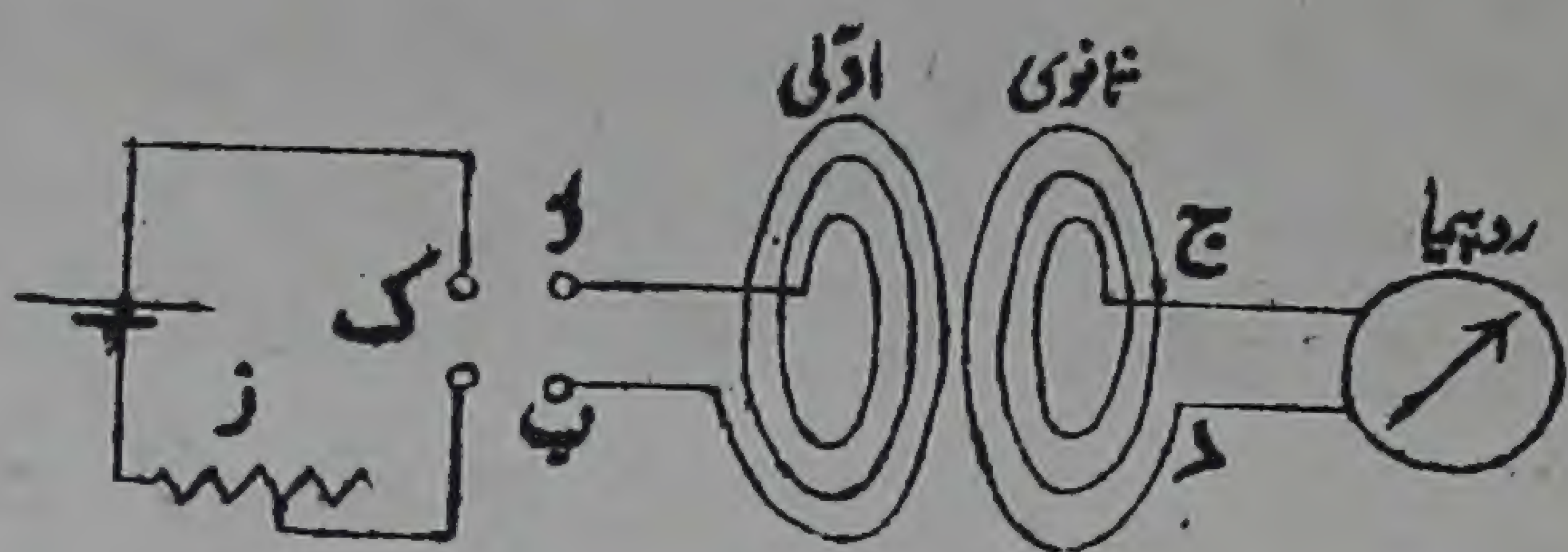
(۳) برقی رووں کے لیجانے والے موصلوں کی حرکت۔ یا

(۴) زیر بحث دور کی اضافت سے مستقل مقناطیسوں کی حرکت۔

فیراڈے اور نائیمان سے ایک قاعدہ منقول ہے جو ان تمام صورتوں پر حاوی ہے۔ وہ یہ ہے کہ کسی دور میں امالی اثر سے جو م ، ب پیدا ہوتا ہے، اس دور میں سے گزرنے والے مقناطیسی امالہ کے خطوط کی تعداد کے گھٹاؤ کی شرح کے مساوی ہوتا ہے۔ م ، ب کی مثبت سمت کو مقناطیسی امالہ کی مثبت سمت کے ساتھ وہی تعلق ہے جو دہنے پیچ کے گھومنے کی سمت کو اس کی نوک کے انتقال کی سمت سے ہے۔

ان خطوط کی تعداد میں جب ترقی ہوتی ہے تو منفی م ، ب پیدا ہوتا ہے۔

تجربہ (۶۵)۔ برقی مقناطیسی امالہ کے قواعد یا کلیوں کی توضیح ۔ ان کلیوں کی توضیح کے لئے دو ہم محور لچھوں کے ذریعہ تجربہ کیا جاتا ہے۔ ایک لچھا جکو ہم اولی لچھا کہینگے برقی ذخیرہ خانہ ، تغیر پذیر مزاحمت اور کنجی کے ساتھ ہمسلسلہ ملایا جاتا ہے۔ اور دوسرا یعنے ثانوی لچھا ایک رد پیما کے ساتھ ہمسلسلہ جوڑا جاتا ہے۔

لچھوں کے دور تکمیل کرنے سے پہلے یہ معلوم کرلینا چاہئے کہ ان لچھوں میں تار کے لپٹنے کی سمت کیا ہے مندرجہ ذیل بیان میں فرض کیا جاتا ہے کہ دونوں لچھوں کے محور انتصاباً واقع ہیں۔

شکل (۷۲)

امالی برقی رَووں کیلئے آلہ

لچھوں کے تار لپٹینے کی سمت دریافت کرنے کا طریقہ۔ بہترین طریقہ حسب ذیل ہے: اوّلی لچھے کے سروں پر ا اور ب نشان کردو۔ اسی طرح ثانوی لچھے کے سروں پر ج اور د نشان کردو۔ مورچہ کے مثبت قطب کو ا کے ساتھ ملاؤ اور منفی قطب کو ایک سرسری تبدیل پذیر مزاحمت ز کے توسط سے ب کے ساتھ ملاؤ۔ اور لچھے کے اوپر والے پہلو یا مستوی کے قریب ایک کمپاس سوئی لیجاؤ اور دیکھو سوئی کیا وضع اختیار کرتی ہے۔ اگر سوئی کا شمالی قطب لچھے کے اوپر والے پہلو کی طرف رخ کرتا ہے تو ظاہر ہے کہ لچھے کا یہ پہلو مقناطیس کے جنوبی قطب کے مشابہ ہے یعنے مقناطیسی خطوط قوت لچھے کے اندر اس سرے یا پہلو میں سے داخل ہوتے ہیں۔

اس سے یہ نتیجہ مترتب ہوتا ہے کہ لچھے کے اس پہلو میں برقی رَو موافق سمت ساعت گھومتی ہے جبکہ رَو تار کے

سرے ل سے داخل ہوکر سرے ب سے خارج ہوتی ہے۔ اگر کمپاس سوئی کا جنوبی قطب لچھے کے اوپر والے پہلو کی طرف رخ کرے تو اس کے برعکس نتیجہ مترتب ہوگا۔ غرض مصرحہ بالا طریقہ سے اولی لچھے کے اندر رَو کے گھومنے کی سمت معلوم کرلی جاسکتی ہے۔

اسی طرح ثانوی لچھے کے ساتھ بھی مقناطیسی سوئی کے ذریعہ امتحان کرکے معلوم کرلیا جاسکتا ہے کہ برقی رَو اگر لچھے کے اندر ج کے راستہ داخل ہو تو اس کے گھومنے کی سمت کیا ہے۔

فرض کرو کہ ثانوی لچھے میں جب برقی رَو ج کے راستہ داخل ہوتی ہے اور اس لچھے پر اوپر سے نیچے کی جانب نگاہ ڈالی جاتی ہے تو رَو کے بہنے کی سمت موافق سمت ساعت ہے۔

ثانوی (لچھے میں بہنے والی) رَو کی سمت کی تعیین بلحاظ سمت انصراف رَو پیما۔ اب رَو پیما کی سوئی کے انصراف کی سمت معلوم کرلینی چاہئے جبکہ لچھے میں برقی رَو کسی خاص سمت میں بہتی ہو۔

رَو پیما کے بند پیچوں پر (ھ) اور (ف) نشان کرو۔ ھ کو خانہ کے مثبت قطب سے ملاؤ اور ف کو ایک لمحہ کے لئے خانہ کے منفی قطب کے ساتھ سرسری مزاحمت کے آلہ میں سے بڑی سے بڑی مزاحمت شریک کرکے ملادو۔

فرض کرو رَو پیما کی سوئی کا شمالی قطب مشرق کی طرف پلٹتا ہے۔ چونکہ یہ شمالی قطب مشرق کی طرف کو

جاتا ہے جبکہ رَو پیما میں رَو بند پیچ ھ میں سے داخل ہوتی ہے رَو پیما کے انصراف کی سمت سے اس میں برقی رَو کے بہنے کی سمت معلوم ہوجاتی ہے۔

ثانوی لچھے کو رَو پیما کے ساتھ اس طرح ملاؤ کہ ج سرا ھ کے ساتھ اور د سرا و کے ساتھ ملحق ہو۔

پس بموجب اس مفروضہ کے اگر سوئی کا شمالی قطب مشرق کی طرف منصرف ہو تو اس کے یہ معنے ہوئے کہ برقی رَو رَو پیما میں ھ کے راستہ داخل ہوتی ہے یعنے سوئی کے مشرقی انصراف سے اس بات کا پتہ چلتا ہے کہ ثانوی لچھے میں برقی رَو د سے ج کی طرف بہتی ہے کیونکہ برقی رَو ثانوی لچھے سے ج کے راستہ نکلتی ہے۔

ذیل میں جو کچھ بیان ہوگا اس میں فرض کرلیا جائیگا کہ لچھوں پر اوپر سے نیچے کی طرف نگاہ ڈالی جارہی ہے۔ جسکے یہ معنے ہیں کہ رَو پیما کی سوئی کا شمالی قطب جب مشرق کی طرف منصرف ہوتا ہے ثانوی لچھے کے اندر برقی رَو مخالف سمت ساعت گھومتی ہے، اس لئے کہ (فرض کرلیا گیا ہے کہ) جب برقی رَو ثانوی لچھے کے اندر ج سرے سے داخل ہوتی ہے تو اس کے گھومنے یا بہنے کی سمت موافق سمت ساعت ہے۔

برقی مقناطیسی امالہ کے کلیوں کا عملی اثبات۔ ان ابتدائی مشاہدات کے ذریعہ رَو پیما کے انصراف اور ثانوی لچھے میں برقی رَو کے گھومنے کی سمت میں تعلق معلوم کرلینے کے بعد اولی لچھے کے سرے ا کو خانہ کے مثبت قطب سے ملاؤ اور اس کے سرے ب کو ایک بڑی اور تغیر پذیر مزاحمت

کے توسط سے خسانہ کے منفی قطب سے ملاؤ۔
اولی لچھے میں اب برقی رو کسی معلوم سمت میں گھومیگی۔ فرض کرو یہ سمت موافق سمت ساعت ہے۔
اب مندرجہ ذیل تجربے کرو، اور دیکھو ہر تجربہ میں رو پیما کے انصراف کی سمت کیا ہے اور اس سے ثانوی لچھے میں رو کے گھومنے کی سمت کے متعلق کیا پتہ چلتا ہے :-

(۱) اولی لچھے میں برقی رو یکایک شروع کی جاتی ہے۔ رو پیما کی سوئی کا انصراف مشرق کی طرف ہے۔ پس اولی لچھے میں موافق سمت ساعت رو کے شروع ہونے سے ثانوی لچھے میں مخالف سمت ساعت (یعنے پہلی سمت کے برعکس) رو کا امالہ ہوتا ہے۔

(۲) اولی لچھے میں برقی رو چل رہی تھی اور ایکدم روک دی جاتی ہے۔ رو پیما کی سوئی کا انصراف مغرب کی طرف ہے۔ پس اولی لچھے میں موافق سمت ساعت رو کے روک دیئے جانے سے ثانوی لچھے میں موافق سمت ساعت (یعنے پہلی سمت کی) رو کا امالہ ہوتا ہے۔

پہلے کی طرح رو پیما کے انصراف کا مشاہدہ کرو، اور مندرجہ ذیل صورتوں میں امالی اثر سے جو ثانوی رو پیدا ہوتی ہے، اس انصراف کے ذریعہ اس کے گھومنے کی سمت معلوم کرو۔

(۳)۔ اولی لچھے میں رو کی طاقت یکایک بڑھا دی جاتی ہے۔
(۴)۔ " " " " " گھٹا دی جاتی ہے۔
(۵)۔ اولی رو کو مستقل رکھکر، ثانوی لچھے کو یکایک اولی لچھے سے دور ہٹا دیا جاتا ہے۔
(۶)۔ اولی رو کو مستقل رکھکر، ثانوی لچھے کو یکایک اولی لچھے سے

قریب پہنچا دیا جاتا ہے۔
(۷) - اولی پچھے میں برقی رو کی سمت یکایک الٹ دیجاتی ہے۔
یہ معلوم ہوجائیگا کہ برقی رو کو آغاز کرنے سے اس قسم کا اثر پیدا ہوتا ہے جو (۳) اور (۶) سے ہوتا ہے۔ اور برقی رو کو بند کرنے سے اسی طرح کا اثر پیدا ہوتا ہے جو عمل (۴)، (۵)، اور (۷) سے ہوتا ہے۔ پس امالی رووں کی نسبت ایک دوسرا کلیہ حاصل کیا جا سکتا ہے:

ثانوی پچھے میں امالی رو ہمیشہ ایسی سمت میں بہتی ہے کہ وہ اس پچھے میں سے گزرنے والے مقناطیسی میدان کی تبدیلی کے مانع ہوتی ہے۔ اور وہ صرف اسی مدت تک جاری رہتی ہے جب تک کہ یہ تبدیلی عمل میں آتی ہے۔

ہمارے مفروضات کے بموجب، برقی رو کو جب جاری کرتے ہیں تو نیچے کی طرف رخ کرنے والے خطوطِ قوت پیدا ہوتے ہیں۔ امالی رو مخالف سمت ساعت گردش کرتی ہے اور اس طرح پر اوپر کی طرف رُخ کرنے والے خطوط قوت وجود میں آتے ہیں، جو محض دم بھر کے لئے جاری رہتے ہیں اس لئے کہ یہ امالی رو فوراً ہی ناپید ہوجاتی ہے۔

تجربہ کرکے ثابت کرو کہ مقناطیسی میدان میں جب کسی قسم کا تغیر خواہ کسی بھی طریقہ سے پیدا ہوتا ہے، تو کلیہ متذکرہ بالا صحیح پایا جاتا ہے۔

اس کے لئے لچھے کے پاس ایک سلاخی مقناطیس لیجانا چاہئے اور دیکھنا چاہئے کہ امالی رَو کی سمت کیا ہے جبکہ:-

(ا) مقناطیس کا شمالی قطب لچھے کے اندر داخل کیا جاتا ہے، یعنے مقناطیس کو اس کا شمالی قطب نیچے کی طرف کرکے لچھے کے اندر داخل کیا جائے۔

(ب) شمالی قطب یکایک لچھے کے باہر کھینچ لیا جاتا ہے۔

(ج) مقناطیس کو اس کا جنوبی قطب نیچے کی طرف کرکے لچھے کے اندر داخل کیا جاتا ہے۔

(د) جنوبی قطب یکایک لچھے کے باہر کھینچ لیا جاتا ہے۔

لچھے کے اندر نرم لوہے کے تاروں کا ایک گٹھا داخل کرکے تجربات (ا) تا (د) دوہرائے جائیں تو معلوم ہوگا کہ اثرات کی نوعیت یا کیفیت وہی ہے جو پہلے تھی لیکن ان امالی رَوؤں کی طاقت اب پہلے سے بہت زیادہ ہے۔

اس کی اس طرح توجیہ کی جاتی ہے کہ مقناطیسی خطوط کے لئے لوہا بہ نسبت ہوا کے زیادہ نفوذ پذیر ہے اگر ح سے ہوا میں مقناطیسی میدان کی حدت (یعنے س گ ث کے مقناطیسی خطوط قوت فی مربع سم) تعبیر ہو، اور ط سے کسی مقناطیسی مادّے (مثلاً لوہے) کے اندر مقناطیسی میدان کی حدت تعبیر ہو تو $\frac{ط}{ح}$ (یعنے ط کی ح کے ساتھ نسبت) کو اس مقناطیسی مادّے کی **نفوذ پذیری** (ن) کہتے ہیں۔

$$پس \quad \frac{ط}{ح} = ن$$

لوہے میں سے جملہ مقناطیسی خطوط جو گزرتے ہیں

ان کے لئے نام مقناطیسی نفاذ (فلکس) تجویز ہوا ہے۔
مقناطیسی نفاذ کی س، گ، ث کی اکائی میکسول کہلاتی ہے
ایک میکسول سے مراد س، گ، ث کا ایک مقناطیسی خط
ہے۔

امالی پچھا

امالی پچھا اس غرض سے بنایا جاتا ہے کہ امالی اثر سے
ایسا محرکہ برق پیدا کیا جائے جو بیشتر یک سمتی ہو۔ فرض کرو
دو پچھوں کی باہمی امالیت کی قدر ب ہے، یعنی مقناطیسی
امالہ کے خطوط کی تعداد جو ثانوی پچھے کے ساتھ وابستہ ہوتے
ہیں، جبکہ اولی پچھے پر سے برق کی اکائی رَو بہتی ہے۔
[واضح ہو کہ اگر ثانوی پچھے میں تار کے چکروں کی تعداد ع ہے تو ہر ایک
خط دَور کے ساتھ ع مرتبہ وابستہ ہوگا] پس اگر اولی پچھے پر سے
ر برقی رَو بہتی ہے تو اس رَو کی وجہ سے ثانوی پچھے
کے ساتھ جو مقناطیسی خطوط (ع) وابستہ ہیں ب ر کے
مساوی ہیں۔

یعنی ع = ب ر

لیکن امالی محرکہ برق = ع کے گھٹاؤ کی شرح

= ب ر "

= ب × (رَو کی گھٹاؤ کی شرح)

بشرطیکہ ب ایک مستقل عدد ہو۔

پس امالی محرکہ برق بڑا ہونے کے لئے باہمی امالیت کی قدر اور رو کے گھٹاؤ کی شرح دونوں بڑے ہونے چاہئیں۔ اوّل الذکر اس طرح بڑی بنائی جاتی ہے کہ ثانوی لچھے میں تار کے بہت سے چکر شامل کئے جاتے ہیں اور نیز نرم لوہے کے تاروں کا قلب اس کے محوری سوراخ میں داخل کیا جاتا ہے تاکہ مقناطیسی خطوط مرتکز ہوں۔ آخر الذکر یعنے رو کے گھٹاؤ کی شرح بڑی ہونے کے لئے اوّلی لچھے کی رو بڑی ہونی چاہئے اور اس کو بند کرتے وقت بہت عجلت سے کام لینا چاہئے۔

پس امالی لچھے کی لازمی خصوصیات حسب ذیل ہیں:-

(۱) - کم چکروں کا موٹے تار کا اوّلی لچھا تاکہ برقی مزاحمت کم ہو۔

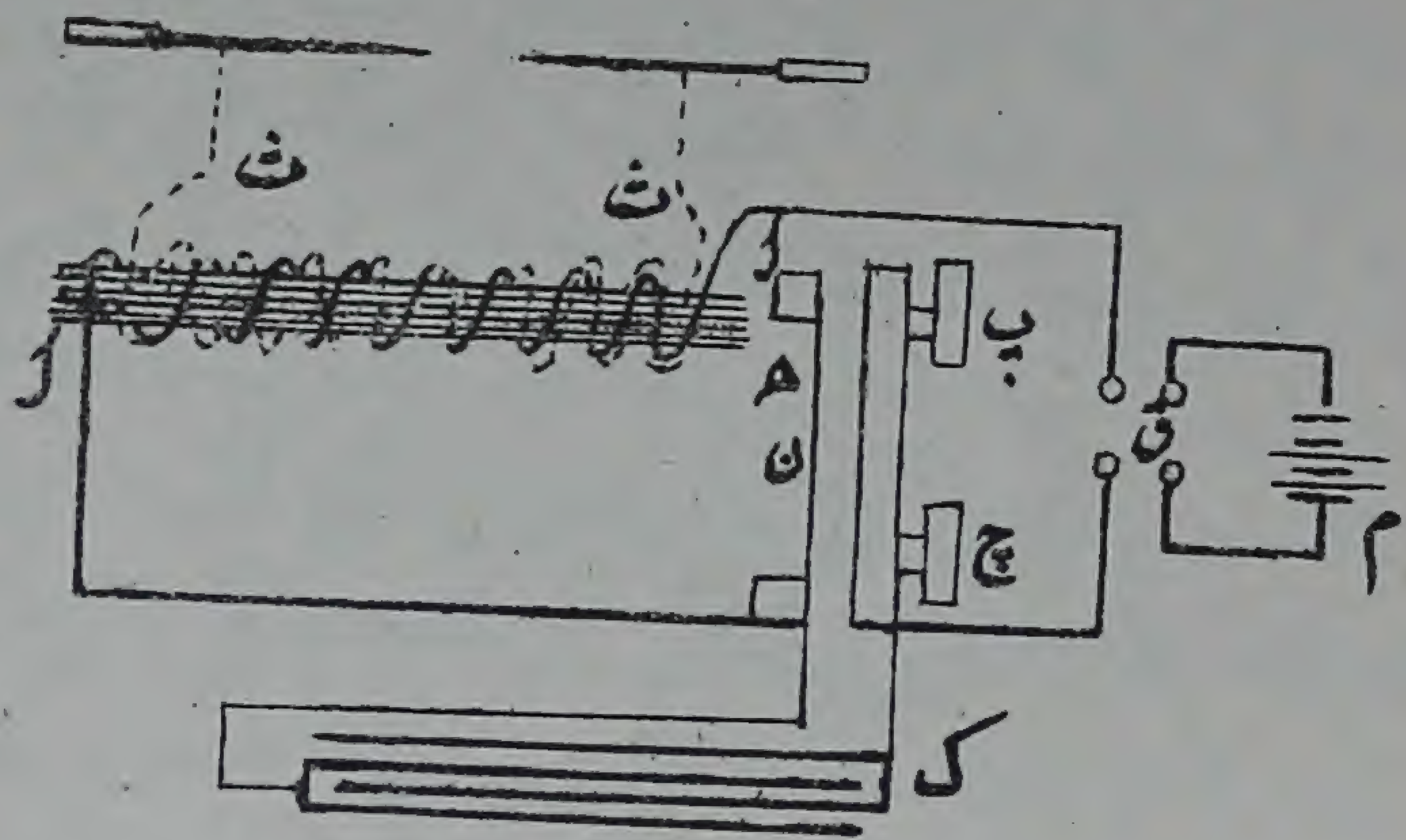
(۲) کثیر التعداد چکروں کا باریک تار کا ثانوی لچھا جس کی مزاحمت اس کی ساخت کی وجہ سے بہت بڑی ہوتی ہے۔

(۳) نرم لوہے کے تاروں کا گٹھا جو ثانوی لچھے کا قلب کہلاتا ہے۔

(۴) ایک اختراع جس سے اوّلی لچھے کی برقی رو بعجلت ممکنہ بند کر دی جاسکے۔

اکثر عمدہ امالی لچھوں میں ایک مکثفہ بھی مہیا ہوتا ہے جس کی مقابل کی تختیاں، اوّلی لچھے کے برقی دور کو توڑنے کے سروں سے ملائی جاتی ہیں۔

شکل (۷۳) میں رام کورف کے لچھے کی تشریح کی گئی ہے، جس میں ابتدائی رو کے توڑنے اور جوڑنے کے لئے ہتھوڑے کی قسم کا آلہ استعمال ہوتا ہے۔ شکل کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ برقی مورچہ م اوّلی لچھے ا کے ساتھ بتوسط منقلب ق ملایا جاتا ہے اور ان کی بند نشین پیچ پ کی نوک

اور ہتھوڑے ھ کی پشت کے ذریعہ تکمیل پاتی ہیں۔ ہتھوڑا ھ ایک کمانی ن سے لگا ہوا ہے، جس کا تناؤ مجوزہ پیچ چ کے ذریعہ حسب ضرورت گھٹایا بڑھایا جاسکتا ہے۔ جب برقی رَو اولی لچھے پر سے بہتی ہے اس کے لوہے کے قلب میں مقناطیسیت سرایت کرجاتی ہے، اس لئے وہ نرم لوہے کے ہتھوڑے ھ کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ ہتھوڑا جونہی قلب کی طرف بڑھتا ہے پیچ کی نوک کے ساتھ اس کا

شکل (۷۳)
رومکورف کا لچھا

تماس ٹوٹ جاتا ہے۔ چونکہ اس حرکت سے اولی لچھے کا مقناطیسی میدان یکایک تلف ہوجاتا ہے، ثانوی لچھے کے سروں میں ایک امالی محرکہ برق پیدا ہوتا ہے۔ میدان کے اتلاف کے ساتھ ہتھوڑے (ھ) اور اولی لچھے کے قلب میں کشش باقی نہیں رہتی اس لئے کمانی کی لچک ھ کو دوبارہ پیچ پ کی نوک سے ملادیتی ہے اور پھر اولی دَور

مکمل ہو جاتا ہے۔ آلہ کے پیندے میں ک ایک مکثفہ برق ہے۔ وہ اس غرض سے استعمال کیا جاتا ہے کہ اولی پچھے کی ذاتی امالیت سے جو م ' ب وقوع میں آتا ہے دور کی شکست کے مقام پر شرارہ پیدا کرنے کے عوض ، مکثفہ میں برق بھر دے۔ اس طرز عمل سے اولی پچھے کی رو زیادہ جلد صفر ہو جاتی ہے ' بالفاظ دیگر اس کے گھٹنے کی شرح تیز تر ہوتی ہے۔ ہتھوڑے اور پیچ کی نوک کے تماس قائم ہونے پر بھی ثانوی پچھے کے سروں میں محرکہ برق پیدا ہوتا ہے لیکن یہ محرکہ تماس ٹوٹنے سے جو محرکہ پیدا ہوتا ہے اس سے بہت چھوٹا ہوتا ہے ' اس لئے کہ اولی پچھے کی رو کو ذاتی امالیت کی وجہ سے اپنی پوری قیمت پر پہنچنے میں کچھ وقت صرف کرنا پڑتا ہے۔

(نوٹ۔ چونکہ رو مکورف کے پچھے کی امالیت مکثفہ کی گنجایش کے ساتھ شامل ہونے سے اہتزازی رو کا نظام قائم ہوتا ہے دور کے ٹوٹنے پر نہ صرف مقناطیسی میدان کا اتلاف ہوتا ہے بلکہ اس کی سمت الٹ جاتی ہے جس سے مزید امالی م ' ب وجود میں آتا ہے۔)

تجربہ (٦٦)۔ امالی پچھا۔ ہم فرض کر لیتے ہیں کہ یہ امالی پچھا معمولی ہتھوڑے کے توڑ جوڑ سے مہیا ہے۔ پلاٹینم کی نوک والا پیچ پ جس نٹ کے اندر پھرایا جاتا ہے اس کو ڈھیلا کر دو۔ اور پیچ کو پیچھے ہٹاؤ یہاں تک کہ ہتھوڑے کی پشت پر کے پلاٹینم کے ٹکڑے سے اس کا تماس نہ رہے۔ تناؤ کو ٹھیک کرنے والے پیچ ج کو پھیر کر ایسی وضع میں لاؤ کہ کمانی ن میں کوئی مزید تناؤ باقی نہ رہے۔ اولی پچھے کے سروں کو ۱۰ امپیر پر پگھلنے والے سیسے کے تار کے گداز ندہ کو دور میں

شمال رکھ کر مناسب مورچہ کے قطبین سے باندھ دو تاکہ زیادہ طاقت کی رو سے پچھے کو نقصان پہنچنے نہ پائے۔ اوسط جسامت کے پچھے کے لئے ۸ اولٹ م ب کا مورچہ کافی ہوگا۔ منقلب ق کے دستہ کو پھیر کر دور مکمل کرنیکی وضع میں لاؤ۔ پیچ پ کو آگے بڑھا کر اس کی نوک کو (جو پلاٹینم کی بنی ہوئی ہے) ہتھوڑی سے تماس کراؤ۔ اب اگر کہیں کوئی نقص نہ ہو تو برقی توڑ جوڑ کا آلہ چالو ہو جائیگا۔ اور ثانوی پچھے کے سرے اگر ایک دوسرے سے تھوڑے فاصلہ پر واقع ہوں تو ان کے بیچ میں شرارے پیدا ہونگے۔ پیچ پ کے نٹ کو پھیر کر پیچ کو اس وضع میں جکڑ دو۔ اور اب پیچ کے نالدار سر کو پھیر کر کمانی کی سختی میں حسب ضرورت تغیر تبدل کیا جاسکتا ہے۔ بعض اوقات پلاٹینم کی پٹیاں (پیچ کی نوک اور ہتھوڑی کی پشت کی) پگھل کر آپس میں مل جاتی ہیں جس سے آلہ کا عمل مسدود ہو جاتا ہے۔ ایسی صورت میں منقلب کے ذریعہ ذرا سی دیر کے لئے برقی رو کی سمت الٹ دی جانی چاہئے۔ اس سے برقی توڑ جوڑ کا آلہ عموماً مکرر چالو ہو جائیگا۔ اگر بالفرض اب بھی چالو نہ ہو تو برقی رو بند کردی جائے اور پلاٹینم کی نوک والے پیچ کو الٹا پھیرا جائے۔ دیرینہ استعمال سے پلاٹینم کی پٹیوں میں گڑھے پڑ جاتے ہیں اور ان کو باریک کرند کے کاغذ سے صیقل کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ لیکن طالب علم خود اس کام کے کرنے کی کوشش نہ کرے بلکہ کسی ذمہ دار شخص کو اس کی اطلاع کردے۔

کمانی کو ایک معینہ وضع میں رکھ کر دیکھو شرارہ کا

اعظم طول کیا ہے۔ فرض کرلو کہ شرارے کا طول تفاوت قوہ کے تابع ہے اور ایک سم لمبے شرارے کے لئے ۳۰۰۰۰ اولٹ تفاوت قوہ کی ضرورت ہے۔ اس حساب سے دریافت کرو ثانوی پچھے کا م ب کیا ہے۔

ثانوی پچھے کے سروں کو ایک برقی کثفہ کے استروں سے ملادو اور معائنہ کرو کہ اب شرارے کی کیا کیفیت ہے۔

امالی پچھے کے سروں کو "خلائی نلی" سے باندھ کر برقی اخراج کا امتحان کرو۔ اگر نلی میں خلا اوسط ہے تو مثبت برقیرہ (الیکٹروڈ) کے پاس منور دھاریوں کی ایک قطار نظر آتی ہے جو **مثبت قطار** کے نام سے مشہور ہے۔ اور منفی برقیرہ کے اطراف ایک آسمانی رنگ کی تنویر دکھائی دیتی ہے جو **منفی دمک** کہلاتی ہے۔ اعلیٰ درجہ کی خلا میں یہ کیفیتیں موجود نہیں ہوتیں۔ ان کے عوض شیشہ کی نلی کی وہ دیواریں جو منفی برقیرہ کے مقابل ہوتی ہیں کیتھوڈ کی شعاعوں (یعنے الیکٹرونوں یا برقیوں) کے ٹکرانے سے سیلسیاری تزہر کے ساتھ متزہر ہوتی ہیں۔

امالی پچھے کے ذریعہ لاشعاعوں کا بھی مشاہدہ ہوسکتا ہے۔ اس کے لئے ان شعاعوں کی تیاری کا جوفہ یا گولا چاہئے۔ جوفہ کے اندر طشتری کی شکل کا جو کیتھوڈ ہوتا ہے اس کو پچھے کے منفی سرے سے ملادیا جائے۔ اور اینوڈ اور ضد کیتھوڈ (یعنے کیتھوڈ کے عین مقابل کا الیکٹروڈ) باہمدگر اور پچھے کے مثبت سرے سے ملادئے جائیں۔ اگر پچھے

کا منقلب صحیح وضع میں ہے تو جوفہ کا وہ نصف حصہ جو ضد کیتھوڈ کے مقابل واقع ہے سبز دمک کا سیلسیاری تزہر بتائیگا۔ واقعہ یہ ہے کہ کیتھوڈ کی شعاعیں جب ضد کیتھوڈ کی فلزی تختی سے شدت کے ساتھ ٹکراتی ہیں تو اس سے لاشعاعیں پیدا ہوتی ہیں، جو سیلسیاری تزہر کے پردے کے ذریعہ یا ان کے فوٹو گرافک اثر سے شناخت کی جاسکتی ہیں۔ واضح ہو کہ انسان کا پوست لاشعاعوں سے متاثر ہوتا ہے، اس لئے دیر تک اس کو ان شعاعوں کے راستہ میں بلا وجہ کھلا رکھ چھوڑنا مضر ہے۔

مبدّل

امالی پچھا ایک عام قسم کے برقی آلہ کی خاص مثال ہے جس کو مبدّل کہتے ہیں، مبدّل کا عمل سمجھنے کے لئے فیراڈے کا چھلے کی شکل کا آلہ سب سے زیادہ آسان ہے۔ شکل (۴۷) کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ لوہے کے ایک بڑے اور موٹے چھلے کے دو بازو دو قسم کے مجوزہ تار لپیٹے گئے ہیں۔ اولی پچھے (ا) کی برقی رو سے مقناطیسی امالہ کے خطوط چھلے کے اندر بند حلقوں کی شکل میں پیدا ہوتے ہیں۔ جب اولی پچھے کی برقی رو

شکل (۴۷)
برقی مبدّل

کی طاقت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے تو ثانوی بچھے (ث) میں ایک امالی محرکہ برق ظہور پذیر ہوتا ہے۔ اس محرکہ کی مقدار چھلے کے مادے اور ثانوی اور اولی بچھوں کے چکروں کی اضافی تعدادوں کے تابع ہوتی ہے۔

جب اولی بچھے پر سے ایک متبادل رَو گزرتی ہے تو ثانوی بچھے میں امالی اثر سے ایک متبادل محرکہ برق پیدا ہوتا ہے۔ اگر (ث) کے چکروں کی تعداد (ل) کے چکروں کی تعداد سے زیادہ ہو تو (ث) کے سروں کا محرکہ برق (ل) کے سروں کے محرکہ برق کی بہ نسبت تقریباً اتنا ہی بڑا ہوگا جتنا کہ بالترتیب ان کے چکروں کی تعدادوں میں نسبت ہے۔ اگر توانائی کے نقصانات کو نظر انداز کر دیا جائے تو برقی رَو اسی نسبت سے گھٹ جاتی ہے جس نسبت سے محرکہ برق بڑھ جاتا ہے۔ اس نوعیت کے آلہ کو چڑھائی کا مبدل کہتے ہیں۔ اس سے برعکس ایسا مبدل جس کے ثانوی بچھے کا محرکہ برق اولی بچھے کے محرکہ سے کم ہوتا ہے اور برقی رَو بڑھ جاتی ہے اتار کا مبدل کہلاتا ہے۔

تجربہ (۶۷)۔ چھلے کی شکل کا مبدل

اس قسم کے ایک مبدل کے اولی بچھے کو منقلب کے توسط سے ذخیرہ خانوں کے مورچہ سے ملا دو۔ رَو کی تنظیم کے لئے دَور میں ایک سرسری مزاحمت اور ام پیما بھی شامل کر دئیے جائیں۔ مبدل کا ثانوی بچھا ایک بیلسٹک (اندفاعی) رَو پیما کے ساتھ ملا دیا جائے۔

دیکھو اولی بچھے میں برقی رَو کو یکایک الٹ دینے سے رَو پیما کا منور نشان کتنی مرتبہ جست کرتا ہے۔ اسی طرح

اولی پچھے میں مختلف طاقت کی رَوئیں بہاکر ان مشاہدات کو دوہراؤ اور ایک منحنی تیار کرو جس سے رَو پیما کے منوّر نشان کی جست اور اولی پچھے کی رَو کی طاقت میں تعلق معلوم ہو۔ رَو پیما کی جست، اس پر سے گزرنے والی مقدار برق کے متناسب ہے، یا بالفاظ دیگر لوہے کے چھلے میں سے گزرنے والے مقناطیسی امالہ کے خطوط کی تعداد کے تغیر کے متناسب ہے۔ اور اولی پچھے کی رَو سے ان مقناطیسی خطوط کو پیدا کرنے والی مقناطیسی قوت کا اندازہ ہوتا ہے۔ پس مندرجہ بالا منحنی سے لوہے کے چھلے کی مقناطیسی نفوذ پذیری اور مقنانے والی قوت کا باہمی تعلق ظاہر ہوگا۔

ارضی مقناطیسی امالہ کا آلہ

جب مقناطیسی میدان میں تار کے ایک پچھے کو گھماتے ہیں تو امالی اثر سے پچھے میں ایک متبادل محرکہ برق پیدا ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۶۱، الف)۔ اگر پچھا یکساں رفتار سے گھمایا جائے تو پچھے کا مستوی جب میدان کے مستوی میں سے گزرتا ہے امالی م، ب اعظم ہوتا ہے اور جب پچھے کا مستوی میدان پر علی القوائم واقع ہوتا ہے امالی م ب صفر ہوتا ہے۔

امالی رو کی پیمائش کے طریقے۔ معمولی رَو پیما اگر ایسے امالی پچھے کے ساتھ شریک دور کیا جائے اور پچھا ہمیشہ ایک ہی سمت میں گھمایا جائے تو بغیر کسی مناسب منقلب کی مدد کے رَو پیما منصرف نہ ہوگا۔ ایسے پچھے پر سے گزرنے والی برقی رَو کو سیدھا کرنے کی ایک ترکیب یہ ہے کہ

پچھے کی دُھرّی پر ایک حاجز برق استوانہ قائم کیا جائے اور اس پر پیتل کا ایک استر چڑھا کر استر کو دو جگہ سے کاٹ کر دو مساوی لیکن ایک دوسرے سے مجوز حصوں میں منقسم کیا جائے۔ اور پچھے کے سرے ان حصوں سے ملا دیئے جائیں۔ ملاحظہ ہو

شکل (۷۵)
رَو کو سیدھا چلانے کا منقلب

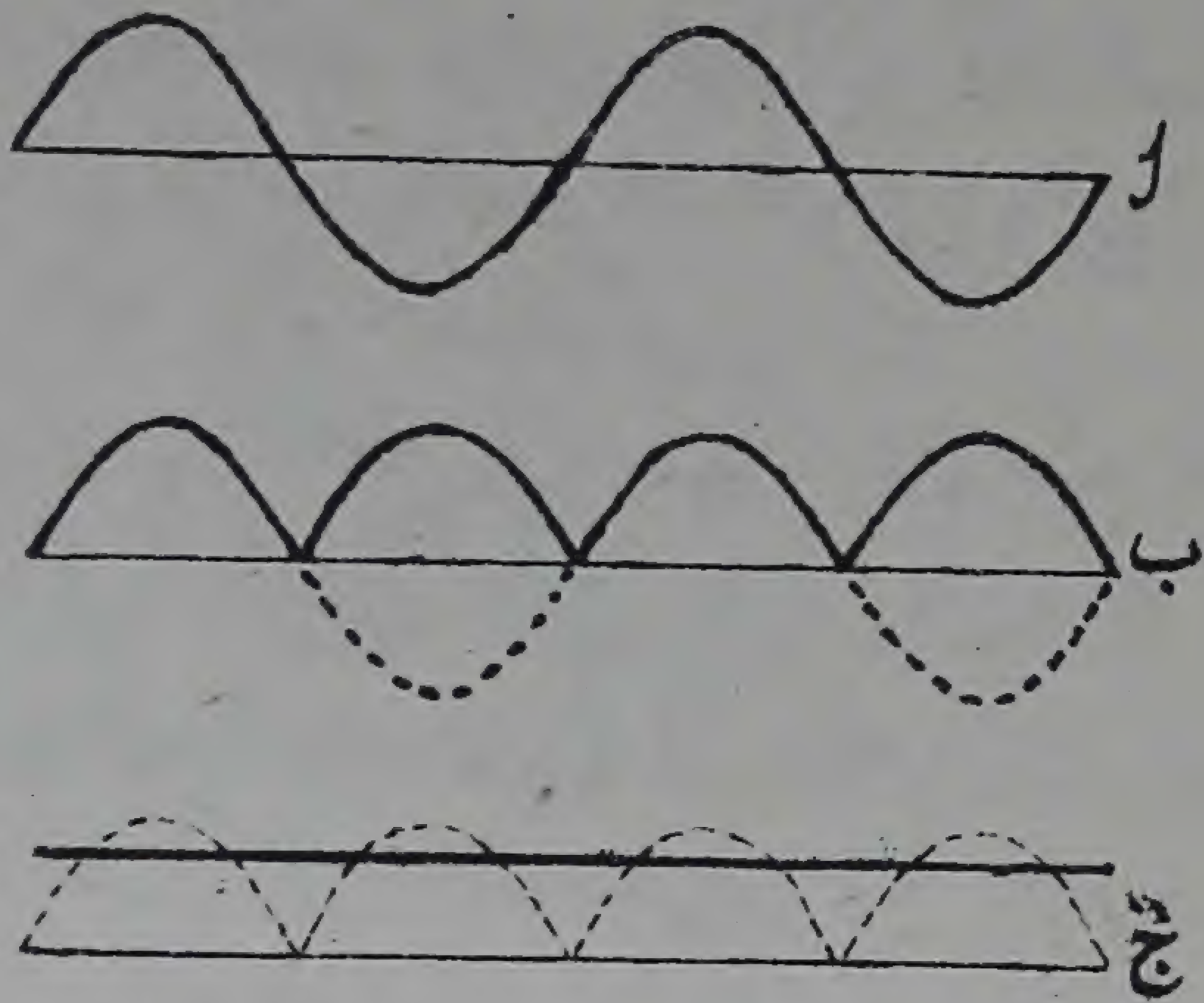
شکل (۷۵)۔ پیتل کے استر کے نصف حصوں پر ایک قطر کے متقابل جانبین کے پاس دو کمانیاں دباتی ہیں جو پچھے کی دھرّی کو سہارا دینے والے قالب پر لگی ہوئی ہوتی ہیں۔ پچھا جب گھومتا ہے تو یہ کمانیاں یکے بعد دیگرے پیتل کے استر کے ایک ایک نصف حصہ سے تماس کرتی ہیں اور اس طرح پچھے کے سروں کے ساتھ یکے بعد دیگرے ملادی جاتی ہیں۔ ان کمانیوں یا بُرشوں کو مناسب وضع میں ترتیب دینے سے محرکہ برق ایسی حالت میں سیدھا کیا جاسکتا ہے جبکہ وہ صفر قیمت سے گزرتا ہے۔ اس لئے بیرونی دَور میں (یعنے کمانیوں یا برشوں سے ملحق آلات میں) ایک مصححہ یا یکسمتی برقی رَو بہتی ہے، جو پچھے کے متبادل محرکہ برق سے پیدا ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۷۶۔ ب)

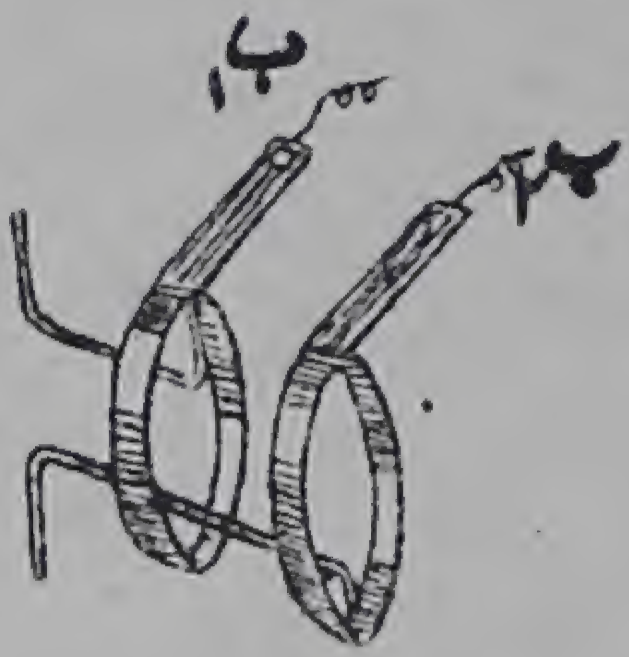
جب یہ برقی رَو کسی رَو پیما پر سے گزریگی تو وہ ایک عملاً مستقل انصراف بتائیگا۔ یہ انصراف برقی رَو کی اوسط قیمت کے متناسب ہوگا۔ رَو پیما کے متحرک نظام کئے

جمود کی وجہ سے انصراف برقی رو کے تغیرات کی متابعت نہ کرسکیگا - ملاحظہ ہو شکل (۷۶ - ج)

ل

ب

ج

شکل (۷۶)
ارضی مقناطیسی امالہ کے پچھے کا محرکہ برقی قوہ وغیرہ

بعض صورتوں میں پچھے کے ساتھ کوئی منقلب شریک نہیں کیا جاتا، بلکہ پچھے کے سرے دو پہلوان حلقوں کے ساتھ ملا دیئے جاتے ہیں اوران حلقوں سے برقی رو بذریعہ برشوں ب۱، ب۲ (شکل ۷۷) اخذ کی جاتی ہے - ایسی صورت میں چونکہ متبادل رو پیدا ہوتی ہے اس کی شناخت کے لئے پچھے کے ساتھ جبکہ وہ مسلسل گھمایا جائے گرم تار کا ملی ام پیما یا ملی اولٹ پیما استعمال ہونا چاہئے - ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ پچھے کے ساتھ بیلسٹک رو پیما شریک دور کر کے پچھے کو

ب۱
ب۲

شکل (۷۷)
پہلوان حلقے متبادل رو کیلیے

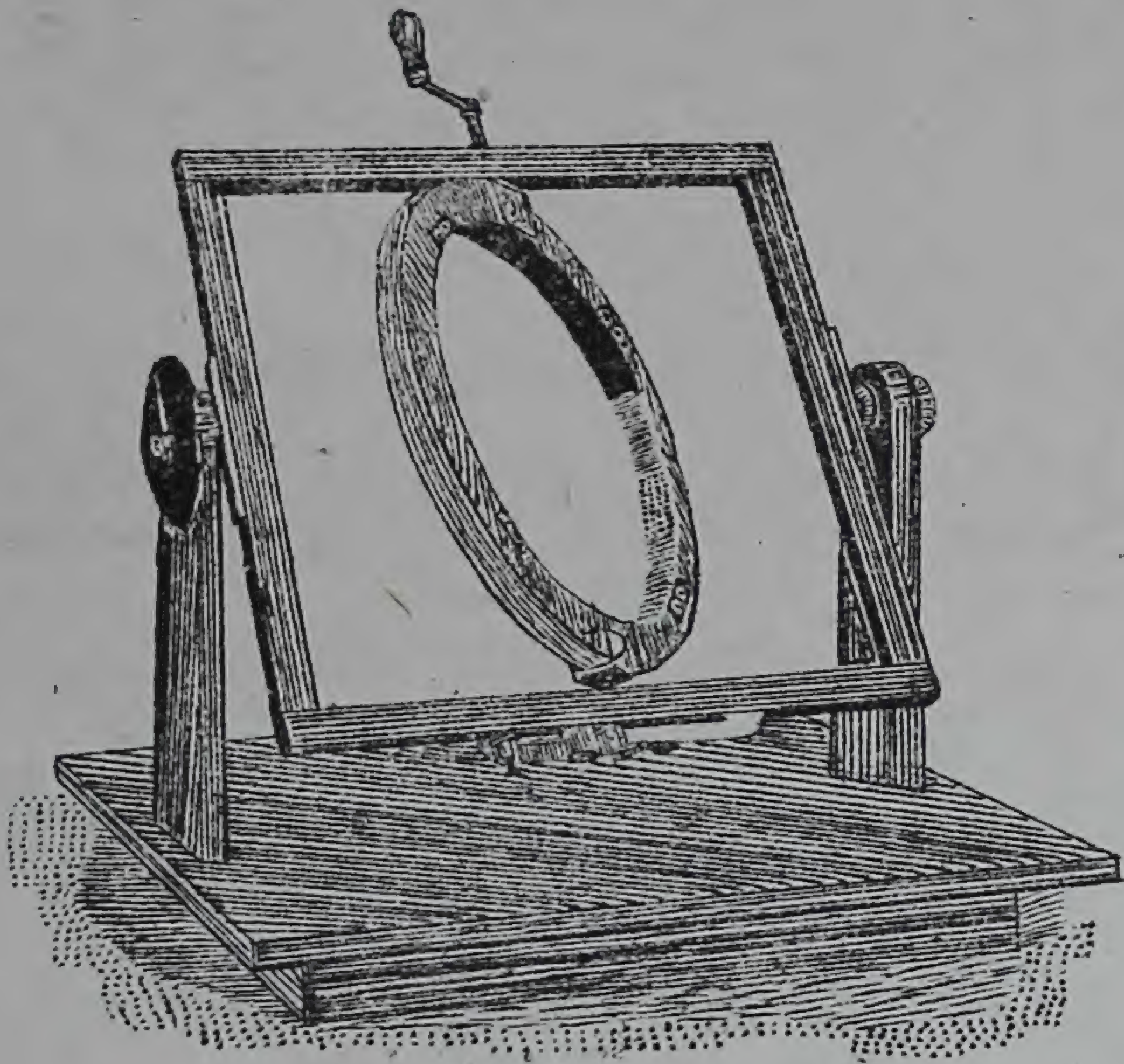
یکایک نصف چکر گھاکر (یعنے ۱۸۰° زاویہ میں گھماکر) رَو پیما کے نور کی جست مشاہدہ کی جائے۔ پچھے کے مستوی کو مقناطیسی میدان کے علی القوائم رکھ کر اس کو یکایک نصف چکر گھمایا جائے یعنے اس کو مکرر میدان کے علی القوائم رکھا جائے لیکن اس کا رخ الٹ دیا جائے۔ اس سے رَو پیما کا نشان جو جست کریگا مشاہدہ کر لی جائے۔ یہ جست پچھا جو مجموعی خطوط قوت منقطع کرتا ہے اس کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنے پچھے کی ابتدائی وضع میں اس کے مستوی کے علی القوائم میدان کی جو حدت ہوتی ہے اس کے متناسب ہوتی ہے۔

تجربہ (۶۸)۔ ارضی مقناطیسی امالہ کے آلہ کے ذریعہ مقناطیسی زاویہ میلان کی تعیین - اس تجربہ میں فرض کرلیا جاتا ہے کہ آلہ کے ساتھ منقلب بھی مہیّا ہے۔ پچھے کو ایسی وضع میں لاؤ کہ منقلب ٹھیک اس وقت عمل کرے جبکہ پچھے کا مستوی انتصاباً اور مشرق مغرب کی سمت میں واقع ہو یعنے مصرحہ بالا وضع میں آلہ کے برش بیچ میں سے پھٹے ہوئے پیتل کے استر کے کسی بھی نصف حصہ سے تماس نہ رکھیں۔ اس طرزِ عمل سے برقی رَو صفر قیمت سے گزر کر سیدھی ہونے کا تیقن ہوتا ہے۔

برشوں کو ایک حساس رَو پیما کے بند پیچوں سے ملادو اور اس کے ساتھ ایک بڑی اور تغیر پذیر مزاحمت ہمسلسلہ جوڑ دو۔ اس تجربہ کے لئے معلق پچھے کا رَو پیما بہت موزون

ہوتا ہے، اس لیئے کہ اس کے اہتزاز بہت جلد تلف ہوجاتے ہیں کیونکہ ارضی امالی آلہ اور ہمسلسلہ مزاحمت کی وجہ سے اس کے متحرک بچھے کا دَور "قصر" ہوجاتا ہے۔ رو پیما کو محض شنٹ کرنے سے کچھ فائدہ نہیں جبتک کہ ہمسلسلہ بھی کوئی مزاحمت استعمال نہ ہو۔ اس لیئے کہ جو محرکہ برق پیدا ہوتا ہے ایک معینہ مقناطیسی میدان اور ایک مجوزہ رفتار کے تحت مستقل ہوتا ہے، پس خواہ رو پیما کو شنٹ کریں یا نہ کریں، اس پر سے ایک ہی برقی رَو بہیگی، اس لئے کہ ایک ہی تفاوت قوہ اس پر عمل کریگا۔ بچھے کو ایسی مناسب رفتار سے گھاؤ کہ کچھ عرصہ تک اس کو مستقل رکھا جاسکے، اور جو مزاحمت ہمسلسلہ شریک دَور کی جاتی ہے اس مقدار کی ہونی چاہیئے کہ رَو پیما کا انصراف اس کے اعظم (قابل پیمائش) انصراف کا نصف ہو۔ اگر گھمانے کی رفتار بشرح ۶۰ یا ۸۰ گردشیں فی منٹ ہو تو مناسب ہوگا۔ حتی الامکان رفتار یکساں رکھی جائے اور گھڑی کے ذریعہ بچھے کے گھومنے کی رفتار ناپی جائے۔ اس کے لیئے گھڑی کو ایسے مقام پر رکھنا چاہیئے کہ بچھے کو گھماتے ہوئے گھڑی کے ثانیوں کی سوئی کو آسانی سے دیکھ سکیں۔ بچھے کے گھومنے کی رفتار ایسی ہونی چاہیئے کہ رَو پیما کا انصراف مستقل ہو۔ اس کے بعد ۱۰۰ گردشوں کی مدت معلوم کرلی جائے۔

ذرا سی مشق سے نتائج میں یکسانی اور مطابقت حاصل ہوسکتی ہے۔ طالب علم کے لئے بہت بہتر ہوگا کہ وہ اکیلا ان تمام پیمائشوں کو انجام دے۔ اس لیئے کہ اس سے اُس کو دقتِ واحد میں تیزی کے ساتھ مختلف اقسام کے

مشاہدات کرنے کا موقعہ ملیگا۔
تجربہ کے طریقہ عمل کی مشق کر لینے کے بعد مشاہدات ذیل قلمبند کئے جانے چاہئیں:
(۱)۔ امالی پنکھے کی ۱۰۰ گردشوں کی مدت معلوم کی جائے۔ اور پنکھا جبکہ انتصابی محور کے گرد گھومتا ہو اور منقلب رو کو

شکل (۷۸)
ارضی امالی آلہ

ٹھیک اس وقت الٹے جبکہ پنکھے کا مستوی مشرق و مغرب کی سمت میں واقع ہو، رو پیما کا اوسط انصراف دیکھ لیا جائے۔ فرض کرو تین مشاہدوں کا اوسط نتیجہ یہ ہے کہ پنکھے کی ۱۰۰ گردشوں کی مدت ۱۵ ہے اور رو پیما کا انصراف ع ۱۔
(۲)۔ امالی پنکھے کو پھیر کر اس کے محور کو افقی وضع میں لایا جائے اور منقلب ٹھیک اُس وقت عمل کرے کہ

لچھا اِس افقی وضع میں سے گزرے، انہی مشاہدات کو دوہرا لیا جائے۔ اگر ضرورت ہو تو پچھے کو اس سے پیشتر کی سمت کے مخالف گھمایا جائے تاکہ رَو پیما کا انصراف سابقہ سمت ہی میں ہو۔ دَور کی مزاحمت میں ذرا بھی مداخلت نہ کی جائے۔ فرض کرو (تین مشاہدات کا اوسط نتیجہ یہ ہے) کہ ۱۰۰ گردشوں کی مدت ف۲ ہے اور رَو پیما کا انصراف عہ۲۔

واضح ہو کہ عہ امالی رَو کے متناسب ہے اور چونکہ دَور کی مزاحمت کو مستقل رکھا گیا ہے اس لئے عہ امالی محرکہ برق کے متناسب ہے۔ اور یہ امالی م، ب

∝ {مقناطیسی میدانکی حدت پچھے کے علی القوائم بحالت عمل منقلب} × ع/ف

اس مساوات میں واضح ہو کہ ف مدت میں لچھا ع بار گھومتا ہے۔

پس اگر ف اور ص بالترتیب زمین کے افقی اور انتصابی مقناطیسی میدانوں کے جزو ہیں، تو

$$\left.\begin{array}{l} عہ_1 = م \dfrac{100}{ف_1} ف \\ \text{اور } عہ_2 = م \dfrac{100}{ف_2} ص \end{array}\right\} \leftarrow [م = \text{مستقل عدد}]$$

$$\text{یعنی } \frac{ف}{ص} = \frac{عہ_1 ف_1}{عہ_2 ف_2}$$

ان مشاہدات سے زمین کے انتصابی اور افقی میدانوں کی نسبت دریافت کی جائے۔ چونکہ یہ نسبت زاویہ میلان (ذ) کے مماس کے مساوی ہے مساوات ذیل سے اس زاویہ

کی قیمت معلوم کرلی جاسکتی ہے:

$$\text{مس}\ \hat{\text{ژ}} = \frac{\text{ص}}{\text{ف}} = \frac{\text{عہ}_2\ \text{ق}_2}{\text{عہ}_1\ \text{ق}_1}$$

نتیجہ کی صحت کا اندازہ کرنے کے لئے پچھے کے گھومنے کے محور کو مقناطیسی نصف النہار کی اضافت سے مختلف وضعوں میں رکھ کر پچھا حتکنہ تیزی سے گھمایا جاسکتا ہے۔ محور کی ایک خاص وضع ایسی دریافت ہوگی کہ اس میں رکھ کر پچھے کو جس قدر بھی تیز پھرایا جائے رو پیما کی سوئی مطلق منصرف نہ ہوگی۔ اس کے یہ معنی ہیں کہ پچھے کے مستوی کے علی القوائم منقلب کے عمل کی وضع میں مقناطیسی میدان صفر ہے۔ یعنے پچھے کا محور حاصل مجموعی مقناطیسی میدان کی سمت میں واقع ہے، یا بالفاظ دیگر محورِ گردش افق کے ساتھ مقناطیسی میلان کا زاویہ بناتا ہے۔ پس اس وضع میں پچھے کے محورِ گردش کا زاویہ افق کے ساتھ ناپ لیا جائے اور سابقہ تجربہ کے نتیجہ سے اس کا مقابلہ کیا جائے۔

تجربہ (۶۹)۔ اس نوعیت کے تجربہ کی اضافی صحت کی تخمین۔ جب پچھا اس طرح گھمایا جاتا ہے کہ اس کا مستوی منقلب کے عمل کی وضع میں مقناطیسی میلان کی سمت پر علی القوائم ہو، تو ایسی حالت میں زمین کے حاصل مجموعی مقناطیسی میدان کی پیمائش ہوگی۔ اگر رو پیما کا زاویہ انصراف اب عہ۳ ہو جبکہ پچھا ح ۳ ثانیوں میں ۱۰۰ بار گھومے تو

$$\text{م}\ \text{ح} = \text{عہ}_3\ \text{ق}_3$$

جس میں ح سے مراد حاصل مجموعی مقناطیسی میدان کی حدّت ہے اور م وہی پیشتر کا مستقل عدد ہے۔

چونکہ $\text{ح}^2 = \text{ف}^2 + \text{ص}^2$

پس $(\text{عہ}_2\ \text{ق}_3)^2 = (\text{عہ}_1\ \text{ق}_1)^2 + (\text{عہ}_2\ \text{ق}_2)^2$

مشاہدات متذکرہ بالا سے دیکھا جائے کہ کہاں تک اس مساوات کے موافق نتیجہ صحیح برآمد ہوتا ہے۔ اس سے تجربہ کے صحت عمل کا اندازہ ہوجائیگا۔

[نوٹ۔ اگر رو پیما متحرک پچھے کی قسم کا ہے اور اس کا انحراف لمپ اور پیمانہ کے ذریعہ ناپا جاتا ہے تو ف سے متعلق نور کا ہٹاؤ پیمانہ پر تقریباً ۲۰ سم ہونا چاہیئے۔ رو پیما کے متحرک پچھے کے اہتزاز بہت جلد تلف ہوجائینگے اور ہٹاؤ کی قیمت ۲ مم تک صحیح معلوم کرنے میں کوئی دقت نہ ہونی چاہیئے۔ پس ایسے تین مختلف مشاہدے کرنے سے نور کے ہٹاؤ میں ۰،۵ فی صد سے بڑھ کر خطا نہ ہونی چاہیئے۔ ..اگردشوں کی مدت فی مشاہدہ ایک ثانیہ تک صحیح ہونی چاہیئے۔ اور چونکہ..اگردشوں کی مدت تقریباً ایک منٹ تجویز ہوئی ہے اور اس کی تعیین کے لئے تین تین بار مشاہدہ کیا جائیگا وقت (ق) کی قیمت میں ایک فی صد سے بڑھ کر خطاء نہ ہونی چاہیئے۔]

پس اگر احتیاط سے کام کیا جائے تو $(\text{عہ}\ \text{ق})^2$ کی قیمت میں ممکن خطا ۳ فی صد سے متجاوز نہ ہونی چاہیئے اور اس مساوات $(\text{عہ}_1\ \text{ق}_1)^2 + (\text{عہ}_2\ \text{ق}_2)^2 = (\text{عہ}_3\ \text{ق}_3)^2$ میں بڑی سے بڑی ممکن خطا ۷ یا ۸ فی صد سے زائد نہ ہونی چاہیئے۔ چونکہ خطائیں ایک حد تک ایک دوسرے کو ساقط کردینگی لہذا اکثر صورتوں میں غالباً ان نتائج کی مطابقت میں ۳ فی صد سے کم ہی اختلاف پایا جائیگا۔

تجربہ (۷۰) - بیلسٹک طریقہ سے ارضی امالی آلہ کے ساتھ تجربہ - اسی طرح تجربے بیلسٹک رو پیما کے ساتھ بھی کئے جا سکتے ہیں، خواہ آلہ کے لچھے کے ساتھ منقلب شامل ہو یا نہ ہو۔ رو پیما، بغیر کسی مزید مزاحمت کے توسط کے، لچھے کے ساتھ راست ملادیا جاسکتا ہے اور لچھے کو ۱۸۰° زاویہ میں یعنے نصف گردش دے کر رو پیما کے نور کی جست معلوم کرلی جاتی ہے۔ لچھے کو جب نصف گردش دیتے ہیں تو اس کے نور کی جستیں اُن مقناطیسی میدانوں کی متناسب ہوتی ہیں جو لچھے کی ابتدائی وضعوں میں اس کے مستوی کے علی القوائم ہیں۔

چنانچہ لچھے کو ابتداءً مقناطیسی مشرق مغرب میں سے گزرنے والے انتصابی مستوی میں کھڑا کرکے اگر نصف گردش دی جائے اور اس کی وجہ سے رو پیما کی پہلی جست ج_1 ہو، تو

$\text{ج}_1 \propto \text{ف}$ یعنے افقی مقناطیسی میدان کے

اسی طرح لچھے کو افقی مستوی میں لٹا کر اگر نصف گردش دی جائے اور اس سے رو پیما کی پہلی جست ج_2 ناپی جائے تو

$\text{ج}_2 \propto \text{ص}$ یعنے انتصابی مقناطیسی میدان کے

پس $\frac{\text{ج}_2}{\text{ج}_1} = \frac{\text{ص}}{\text{ف}} = \text{مس} \angle \text{ز}$

جس میں (ز) سے مراد مقناطیسی میلان کا زاویہ ہے۔

اگر ج۲ رو پیما کی جست ہے جو مستوی کو ابتداءً مقناطیسی میلان کے زاویہ کی قیمت پر علی القوام رکھ کر نصف گردش دینے سے پیدا ہوتی ہے، تو

ج۳^۲ تقریباً ج۱^۲ + ج۲^۲ کے مساوی برآمد ہونی چاہئے۔

جب لچھے کے گھومنے کا محور مقناطیسی میدان کے خطوط قوت کے متوازی ہوتا ہے تو اس کو پھیرنے سے رو پیما کا نور ساکن رہیگا یعنے جست کی قیمت صفر ہو گی۔

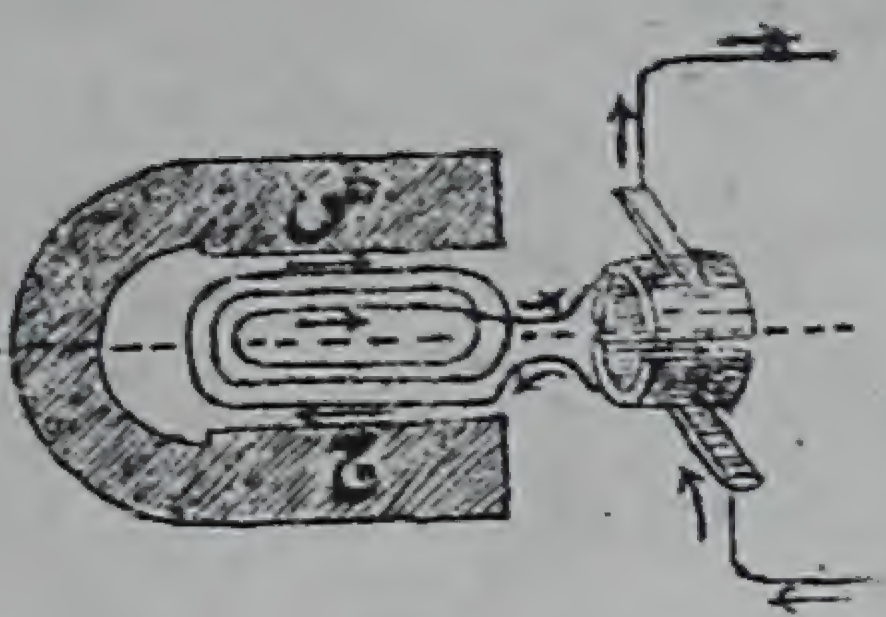
فصل (۲۱)- برقی مقناطیسی مشینیں

ڈنامو اور موٹر

ڈنامو اور موٹر برقی موصل تار کے لچھے یا لچھوں کے نظام پر مشتمل ہیں جو مناسب دُھرّی کے ذریعہ زبردست مقناطیسی میدان میں گھوم سکتے ہیں۔ یہ لچھا یا لچھوں کا نظام آرمیچر کہلاتا ہے۔ ڈنامو کا عمل اس طرح ہوتا ہے کہ اس میں آرمیچر کو بیرونی طاقت کے ذریعہ گھماتے ہیں، اس سے آرمیچر کے سروں میں محرکہ برق کا امالہ ہوتا ہے اور اس سے جو برقی رو پیدا ہوتی ہے مفید کاموں کے لئے اخذ کرلی جاتی ہے۔ موٹر میں کسی بیرونی مبداء سے آرمیچر پر سے برقی رو دوڑائی جاتی ہے، اس سے وہ مقناطیسی میدان میں گھومنے لگتا ہے۔ یہ توانائی مفید کاموں پر صرف کی جاتی ہے۔

راست رَو کی مشینوں میں برقی رَو آرمیچر کے پچھوں میں مناسب برشوں اور منقلب کے ذریعہ (جن کا عمل اصولاً ارضی امالی آلہ کے برشوں اور منقلب کے متشابہ ہوتا ہے) داخل کی جاتی ہے، یا ان میں سے خارج کی جاتی ہے۔

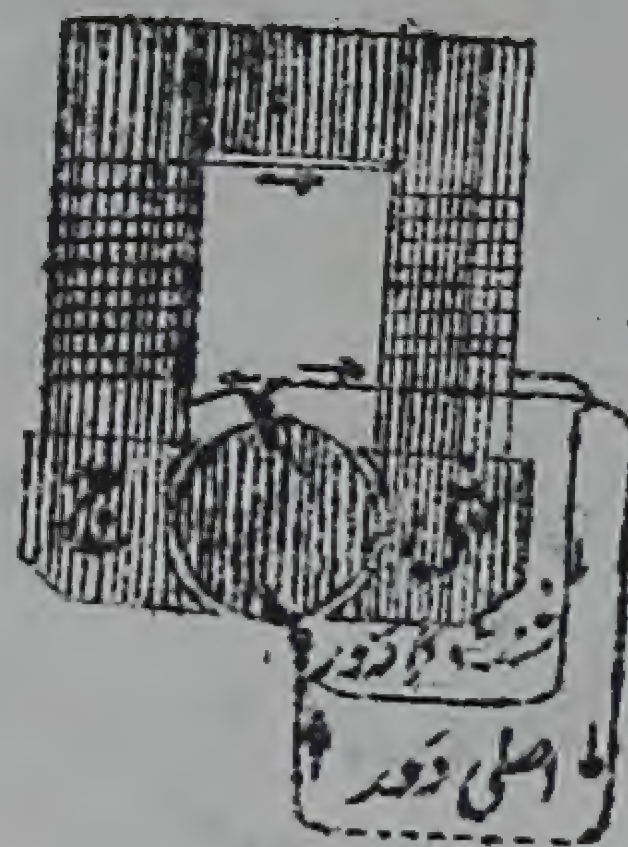
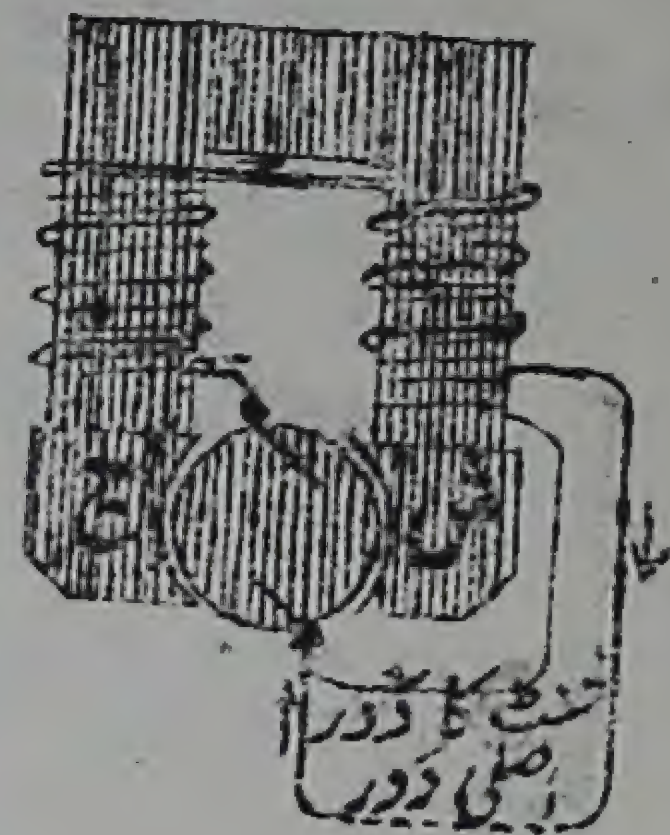
(راست رَو کا) ڈنامو

آرمیچر جس مقناطیسی میدان میں گھمایا جاتا ہے خواہ مستقل مقناطیسوں سے پیدا ہوسکتا ہے یا برقی مقناطیسوں سے۔ پہلی قسم کا ڈنامو مگنیٹو مشین کہلاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۷۹)۔ دوسری قسم کے ڈنامو میں عموماً آلہ خود اپنے مقناطیسی میدان کی رَو آپ پیدا کرلیتا ہے جو آرمیچر سے لیکر مقناطیسی میدان والے پچھوں پر سے بہائی جاتی ہے۔ واضح ہو کہ میدان پیدا کرنے والے مقناطیسوں میں جو مقناطیسیت (رَو کی موقوفی کے بعد بھی) بچ رہتی ہے رَو کو آغاز کرنے کے لئے کافی ہوتی ہے، اور اس لئے آرمیچر کے گھومنے کی رفتار تیز کرنے سے امالی رَو مقناطیسی میدان کو بتدریج بڑھاتی جاتی ہے۔ اس کے لئے جو توانائی درکار ہے آرمیچر کو گھمانے والی طاقت اس کو مہیا کرتی ہے۔ اگر آرمیچر کی پوری رَو میدان پیدا کرنے کے پچھوں پر سے گزرے تو مشین ہمسلسلہ لپٹی ہوئی کہلاتی ہے۔

شکل (۷۹)
مگنیٹو مشین

(ملاحظہ ہو شکل ۸۰) اگر میدان پیدا کرنے کے لچھے برشوں کیساتھ
اس طرح ملائے جاتے ہیں کہ وہ بیرونی دَور کے ساتھ ہمتوازی
ہوں تو مشین ہمتوازی لپٹی ہوئی کہلاتی ہے۔ (ملاحظہ
ہو شکل ۸۱)۔ ان دونوں نظاموں کا مجموعہ بکثرت استعمال ہوتا

ڈائنامو کے اقسام

(راست دَور پیدا کرنے والے)

شکل (۸۲)
مشترکہ لپٹا ہوا

شکل (۸۱)
ہمتوازی لپٹا ہوا

شکل (۸۰)
ہمسلسلہ لپٹا ہوا

ہے اور اس طرح کی مشین مشترکہ یا مجموعی طور پر لپٹی ہوئی
کہلاتی ہے۔ (ملاحظہ ہو شکل ۸۲)۔ تار کو مشترک طریقہ پر لپٹنے
کی غائت یہ ہے کہ مشین پر کام کا بوجھ وسیع حد تک مختلف
ہونے پر بھی اسکے گھومنے کی رفتار مستقل رکھ کر اس کے
بیرونی دَور میں تفاوت قوہ کو ہموار اور غیر متبدل رکھا
جائے۔

مقناطیسی میدان کو ایک مقررہ قیمت پر رکھ کر آرمیچر

کے بچھوں کو جب گھمایا جاتا ہے تو ان میں جو امالی محرکہ برق (م) پیدا ہوتا ہے بچھوں کے گھومنے کی رفتار کے متناسب ہوتا ہے، لیکن برشوں کے مابین جو تفاوت قوہ واقع ہوگا ٹھیک اس کلیہ کے تابع ہونا لازمی نہیں۔ اگر مشین پر کام کا بوجھ مختلف ہو یعنے مشین سے بالترتیب مختلف طاقت کی روئیں اخذ کی جائیں تو آرمیچر کی مزاحمت کی وجہ سے برشوں کے درمیانی تفاوتِ قوہ میں تغیر پیدا ہوگا۔ اگر آرمیچر کی مزاحمت (ز) تصور کی جائے اور اس پر سے برقی رَو (س) بہتی ہے تو اس رَو کے بہنے سے امالی محرکہ برق میں بقدر (س ز) تخفیف ہوگی۔ پس برشوں کا تفاوت قوہ صرف

ت = م - س ز

موٹر

کوئی سی برقی مشین جو ڈنامو کا کام دیتی ہو، اگر اس میں باہر سے برقی رَو داخل کی جائے تو برقی موٹر کا کام دے سکتی ہے۔ پس موٹر کی بھی تین قسمیں ہو سکتی ہیں: ہمسلسلہ، ہمتوازی یا مشترکہ لپیٹی ہوئی مشینیں۔

موٹر کے اندر برقی رَو کی تبدیلی کا قاعدہ اس کے اہم ترین امور میں داخل ہے۔ اور موٹروں سے متعلق اکثر واقعات پر اسی رَو کی تبدیلی کے لحاظ سے غور ہو سکتا ہے۔

جب آرمیچر گھومتا ہے تو اس کے تار مقناطیسی خطوط قوت کو کاٹتے ہیں۔ اس لئے اس کے اندر محرکہ برق (م) کا امالہ ہوتا ہے جو اس کے گھومنے کی رفتار اور مقناطیسی

میدان کی حدت کے متناسب ہوتا ہے۔ اور یہ محرکہ برق اُس برقی رَو کے مخالف عمل کرتا ہے جو آرمیچر کی حرکت کا باعث ہے۔ بالفاظ دیگر موٹر کے آرمیچر کو حرکت میں لانے کے لئے اس کے سروں پر باہر سے جو تفاوت قوہ (ت) پیدا کیا جاتا ہے، یہ امالی محرکہ برق اس کے خلاف میں عمل کرتا ہے۔ پس بحالت موجودہ آرمیچر پر سے جو برقی رَو (ر) بہتی ہے اس مساوات سے اس کی تخمین ہوتی ہے:

$$ر = \frac{ت - م}{ز}$$

یعنے اس کا محرک، باہر سے عمل کرنے والے تفاوتِ قوہ (ت) کا وہ حصہ ہے، جو امالی رجعی محرکہ برق (م) کے منہا ہونے کے بعد بچ رہتا ہے۔

برقی رو کی تبدیلی، رفتار کے ساتھ۔ پس اگر رفتار میں تخفیف ہو تو رجعی محرکہ برق میں بھی تخفیف ہوتی ہے اور اس لئے برقی رَو میں اضافہ ہوتا ہے۔

برقی رَو کی تبدیلی، موٹر کے کام کے بوجھ کے ساتھ۔ جب موٹر پر زیادہ بوجھ ڈالا جاتا ہے یعنے اس سے زیادہ جیکی کام لیا جاتا ہے، تو اس کو جو توانائی مہیا کی جاتی ہے اس کی مقدار میں اضافہ کرنا پڑتا ہے۔ یعنے برقی رو (ر) میں اضافہ کرنا پڑتا ہے، اگر باہر سے عمل کرنے والا تفاوت قوہ (ت) مستقل رکھا جائے۔

رفتار کی تبدیلی، موٹر کے کام کے ساتھ۔ اگر

کام میں اضافہ کیا جائے، تو جیسا کہ ابھی بیان ہوا ہے، برقی
رو (س) میں بھی اضافہ کیا جانا چاہئے۔ اور یہ اُسی صورت میں
ممکن ہے جبکہ (م) میں بمطابقت مساوات ذیل تخفیف ہو

$$س = \frac{ت - م}{ر}$$

پس، اگر مقناطیسی میدان مستقل رہے، تو بوجھ کی ترقی
کے ساتھ موٹر کی رفتار میں تنزل ہوگا، لیکن برقی رو (س)
کے اضافہ کی وجہ سے طاقت یا کام کرنے کی شرح بڑھ جائیگی۔
واضح ہو کہ 'مشترکہ' لپیٹی ہوئی موٹروں کے لئے یہ بات لازمی
نہیں ہے۔ ان موٹروں کے مقناطیسی میدان پیدا کرنے والے
پچھوں کو عموماً اس طرح لپیٹتے ہیں کہ 'بوجھ' یعنے کام کے
بڑھانے سے مقناطیسی میدان میں گھٹاؤ پیدا ہوتا ہے، اور
اس لئے (م) یعنے رجعی محرکہ برق میں کمی ہوکر برقی رو
رفتار کی تبدیلی بغیر، ضروری قیمت تک ترقی کرجاتی ہے۔

**ایک معینہ 'بوجھ' کے لئے مقناطیسی میدان
کے ساتھ رفتار کی تبدیلی۔** ایک معینہ 'بوجھ' کے لئے
(ت س) کی قیمت (تقریباً) مستقل رہنی چاہئے، اور اس
لئے رفتار اپنے آپ کو ٹھیک کرکے اس انداز پر آجائیگی کہ
ٹھیک اسیقدر برقی رو بہے جس کی ضرورت ہے۔ آرمیچر
جس میدان میں گھومتا ہے اگر اس کی حدت بڑھائی جائے،
اور رفتار معینہ ہو، تو امالی برقی رو میں، اس حدت کی
مطابقت سے، اضافہ ہوگا۔ پس (س) کی جو قیمت
ہونی چاہئے پہلے کی بہ نسبت کم رفتار پر حاصل ہوجائیگی۔
اور اس لئے مقناطیسی میدان کی مزید تحریک سے

یعنے میدان کی حدت کو زیادہ کرنے سے، موٹر کی رفتار سست تر ہوگی۔ مقناطیسی میدان کی حدت اگر گھٹائی جائے تو (م) کو اس قیمت پر پہنچنے کے لئے، جو (سا) کو گھٹاکر ضروری مقدار میں لانے کے لئے چاہیئے، تیزتر رفتار کی ضرورت ہوتی ہے۔ پس کسی معین طاقت یا بوجھ کے ساتھ میدان کی حدت کو کم کرنے سے موٹر کی رفتار تیزتر ہوجاتی ہے۔

مگنیٹو ڈنامو کے ساتھ تجربے

تجربہ (۷۱)۔ مگنیٹو ڈنامو کے م، ب، کی تبدیلی رفتار کے ساتھ۔ ایک مگنیٹو ڈنامو کے آرمیچر کی دُھری کو ایک تغیر پذیر رفتار کی موٹر کی دُھری اور رفتار پیما کے ساتھ ملائم کمانیوں کے ذریعہ "منعقد" کرو۔ ڈنامو کے برشوں کے ساتھ مناسب سعت کا ایک اولٹ پیما ہمتوازی جوڑ دو، اور دیکھو آرمیچر کی مختلف رفتاروں پر اولٹ پیما ڈنامو کا کتنے اولٹ م ب بتاتا ہے۔ ایک منحنی بناکر م، ب اور آرمیچر کے گھومنے کی رفتار میں ربط بتاؤ۔ چونکہ اس مشین میں مستقل مقناطیس استعمال ہوتے ہیں اس لئے میدان کی حدت مستقل ہوتی ہے لہذا مشین کا م، ب، آرمیچر کے گھومنے کی رفتار کے ٹھیک متناسب ہونا چاہیئے۔

تجربہ (۷۲) رفتار کو مستقل رکھ کر بوجھ کے ساتھ مگنیٹو ڈنامو کے سروں کے تفاوت

قوّہ کی تبدیلی۔ مشین کو تجربہ (۷۱) کی طرح ایک موٹر اور رفتار پیما کے ساتھ 'منعقد' کردو۔ برشوں کو ایک ام پیما اور تغیر پذیر مزاحمت کے ساتھ ہمسلسلہ' اور ایک اولٹ پیما کیساتھ ہمتوازی باندھ دو۔ مشین کو مستقل رفتار پر چلاؤ' اور مزاحمت میں ضروری تغیر تبدل کرکے مشین سے مختلف مقداروں میں بہتی رَو اخذ کرو۔ اور دیکھو ہر ہر صورت میں ام پیما اور اولٹ پیما کے نمائندے بالترتیب کیا نشان بتاتے ہیں۔

منحنی بناکر سروں کے تفاوت قوہ اور بوجھہ (یعنے برقی رو) کا باہمی رشتہ بتاؤ۔ اور آرمیچر کی مزاحمت دریافت کرو۔

نوٹ۔ اس طریقہ سے آرمیچر کی مزاحمت کی جو قیمت دریافت ہوتی ہے عموماً اس کی صحیح قیمت سے کسیقدر زائد ہوتی ہے۔ مشین کے سروں کا تفاوت قوہ جبکہ برقی رَو میں اضافہ کیا جاتا ہے' بالکلیہ اندرونی مزاحمت کے باعث نہیں پیدا ہوتا ہے۔ درحقیقت مقناطیسی میدان کی حدّت آرمیچر کی برقی رو کے میدان کی وجہ سے' یا جیسا کہ عموماً کہا جاتا ہے' "آرمیچر کے تعامل" کی وجہ سے' کمزور ہوجاتی ہے۔

اور قسم کے تجربے بھی تجویز کئے جاسکتے ہیں۔ اور طالب علم کو مشورہ دیا جاتا ہے کہ وہ غور کرکے معلوم کرے کہ ایسی مشین کن اغراض کے لئے بطور خاص موزوں ہے۔

اس طرح کے تجربے دوسرے اقسام کے ڈنامو کیساتھ بھی 'کئے جاسکتے ہیں جن کے مقناطیسی میدان خود ڈنامو کے اندر پیدا ہونے والی رَو کی تحریک سے وجود میں آتے ہیں۔ چونکہ یہ محرک رَو' رفتار کے ساتھ بدلتی ہے' اور اگر ہمسلسلہ لپیٹا ہوا ڈنامو ہو تو رو 'بوجھہ' کے ساتھ بھی بدلتی ہے' جو منحنیاں ان مشینوں سے متعلق حاصل ہوں گے'

مگنیٹو ڈنامو والے منحنیوں سے غیر مشابہ ہونگے۔

مگنیٹو موٹر کے ساتھ تجربے

تجربہ (۷۳)۔ مگنیٹو موٹر پر عمل کرنے والے تفاوتِ قوّہ کے ساتھ اس کی رفتار کی تبدیلی۔ آرمیچر کی دُھری کو ایک رفتار پیما کے ساتھ منعقد کردو۔ آرمیچر کے ساتھ ایک تغیّر پذیر مزاحمت اور برقی خانوں کا مورچہ ہمسلسلہ باندھ دو اور مشین کے سروں کے ساتھ ایک اولٹ پیما کو ہمتوازی جوڑ دو۔ اب مشین کے ساتھ کی ہمسلسلہ مزاحمت کو بالترتیب تبدیل کرتے جاؤ اور ساتھ ساتھ اولٹ پیما اور رفتار پیما کے مظہرہ نشانات بھی نوٹ کرتے جاؤ۔

ترسیم بناکر رفتار، اور مشین کے بُرشوں کے مابین عمل کرنیوالے ت، ق کا باہمی تعلق بتاؤ۔

تجربہ (۷۴)۔ طاقت، رفتار اور بوجھ کی تبدیلی۔ مگنیٹو موٹر کی استعداد۔ موٹر کو برقی خانوں کے ایک مورچہ، ام پیما اور مزاحمت کے ساتھ ہمسلسلہ ملاؤ اور اس کے سروں سے ایک اولٹ پیما کو ہمتوازی ملا دو۔ اور آرمیچر کی دُھری کے ساتھ ایک رفتار پیما باندھ دو۔ آرمیچر کی دُھری کے ساتھ ایک بڑی چرخی جوڑ دو اور چرخی کے گرد ایک بریک بینڈ (روک پٹی) لپیٹ کر موٹر پر بدل بدل کر بوجھ رکھو (یعنے پٹی کے سروں سے مختلف وزن لٹکاؤ)۔

اس طرح برقی رو، موٹر کے سروں کے تفاوتِ قوہ اور بریک کی قوت کی نظیری قیمتوں کی ایک فہرست تیار کرو۔

موٹر کو جو طاقت مہیا کی جاتی ہے برقی رو اور تفاوت قوہ کے حاصل ضرب سے اسکی پیمائش ہوتی ہے۔ اگر ان کی قیمتیں امپیروں اور اولٹوں میں پڑھی جائیں تو طاقت کی پیمائش واٹ یا جول فی ثانیہ میں ہوگی۔ موٹر جو کام کرتی ہے اس کی پیمائش زاویئی رفتار مضروب 'بریک کے فرکی جفت' کے ذریعہ ہوتی ہے۔

اگر روک پٹی کے سروں کے تناؤ میں تفاوت (ته۱ - ته۲) ڈائین ہے، اور آرمیچر کے گھومنے کی رفتار ن گردش فی ثانیہ ہے تو فی ثانیہ جو کام کیا جاتا ہے:

$$۲ \pi ن (ته - ته۰) ص \text{ ارگ ہے}$$

جس میں ص سے مراد چرخی کا نصف قطر ہے جس کے گرد روک پٹی لپیٹی گئی ہے۔ اگر کام کی قیمت جول فی ثانیہ میں تحویل کرنا ہو تو مصرحہ بالا مقدار کو ۱۰^۷ پر تقسیم کرنا ہوگا پس موٹر کی استعداد

$$ع = \frac{۲ \pi ن (ته - ته۰) ص}{ساات \times ۱۰^۷}$$

رفتار کو مستقل رکھ کر، استعداد کی تبدیلی، بوجھ کے ساتھ دریافت کرو، اور نیز بوجھ کو مستقل رکھ کر رفتار کے ساتھ اس کی (یعنے استعداد کی) تبدیلی دریافت کرو۔

آخرالذکر تعلق معلوم کرنے کا بہترین طریقہ یہ ہے کہ استعداد

اور بوجھہ سے کئی ایک منحنی متحدد (مستقل) رفتاروں سے متعلق تیار کئے جائیں۔ اور ان منحنیوں سے استعداد کی تبدیلی رفتار کیساتھ بوجھہ کے استقلال کی حالت میں اخذ کی جائے۔

تجربہ (۷۵) شنٹ موٹر کی رفتار کی تبدیلی مقناطیسی میدان کی حدت کے ساتھ

ایک شنٹ موٹر کے آرمیچر کو ہمسلسلہ ایک ام پیما اور تغیر پذیر مزاحمت کے ساتھ، ایک برقی مورجہ کے قطبوں سے ملاؤ۔ اور شنٹ لچھے پچھوں کے ساتھ ایک تغیر پذیر مزاحمت اور ام پما کو ہمسلسلہ شامل کردو۔ آرمیچر کے برشوں کے ساتھ ایک اولٹ پیما کو ہمتوازی جوڑ دو۔

آرمیچر کی دُھری کو رفتار پیما کے ساتھ منعقد کر کے دیکھو موٹر کی رفتار میں کیا تبدیلی پیدا ہوتی جبکہ شنٹ کی برقی رَو میں کمی کی جاتی ہے۔ آرمیچر کے ساتھ جو ام پیما ہمسلسلہ ملایا گیا ہے اس کے بھی نمائندے کے نشان نوٹ کرو، جبکہ اس کے ساتھ کی ہمسلسلہ مزاحمت کو تبدیل کر کے آرمیچر کے برشوں کا تفاوت قوہ مستقل رکھا جاتا ہے۔ تم دیکھو شنٹ کی برقی رَو کے گھٹنے سے موٹر کی رفتار تیز ہو جاتی ہے۔ اور آرمیچر کی رَو کے بڑھنے سے بھی رفتار تیز ہو جاتی ہے۔

ترسیموں کے ذریعہ شنٹ کی رَو کے ساتھ (الف) رفتار کی تبدیلی اور (ب) آرمیچر کی رَو کی تبدیلی بتاؤ۔

نوٹ۔ ہرگز شنٹ کی رَو کو بالکلیہ منقطع نہ کرنا چاہیئے۔ ورنہ موٹر کی رفتار خطرناک طریقہ پر تیز ہو جائیگی اور آرمیچر کے ٹکڑے اڑ جائینگے۔

نواں باب

برقی گنجائشوں کا مقابلہ

برقی گنجائشوں کے مقابلہ کے طریقے

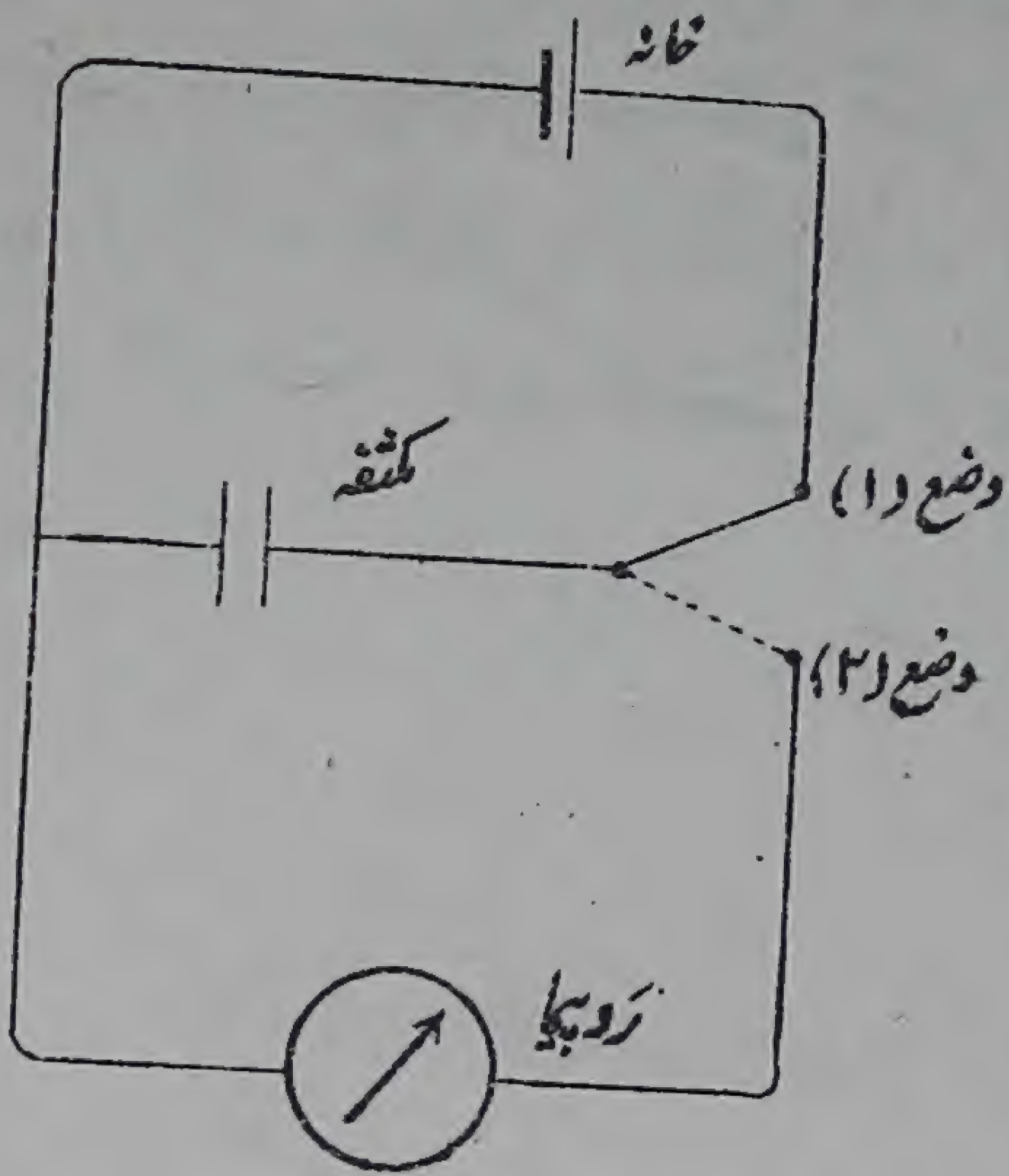
برقی گنجائش کی تعریف، اس مقدار برق سے ہو سکتی ہے جو اُس کے موصلوں کے مابین اکائی تفاوتِ قوہ کے اضافہ کے لئے چاہئے۔

مکثفہ کی گنجائش ایک فیراڈ تصور کی جاتی ہے، اگر اس کی تختیوں کے تفاوتِ قوہ میں ایک اولٹ کی تبدیلی پیدا کرنے کے لئے ایک کولومب برق کی ضرورت ہو۔ فیراڈ چونکہ بہت بڑی اکائی ہے اس لئے عموماً اس کی کسر، ایک میکرو فیراڈ استعمال کی جاتی ہے۔ ایک میکرو فیراڈ = ۱۰^-۶ فیراڈ = ۱۰^-۱۵ برقی مقناطیسی اکائی گنجائش (ب، م اکائی)۔

جب دو مکثفوں پر برقی بار ایک ہی قوہ تک بھرا جاتا ہے تو ان کے برق کی مقداریں ان کی گنجائشوں کے متناسب ہوتی ہیں۔ پس اگر ان سے دو مکثفوں کے بار علٰحدہ علٰحدہ

ایک بیلسٹک رو پیما کے توسط سے خالی کئے جائیں، اور اس سے رو پیما کے نور کی جو پہلی جستیں وقوع میں آئیں انکا مشاہدہ کیا جائے تو ان مکثفوں کی گنجائشوں کا مقابلہ ہوسکتا ہے۔

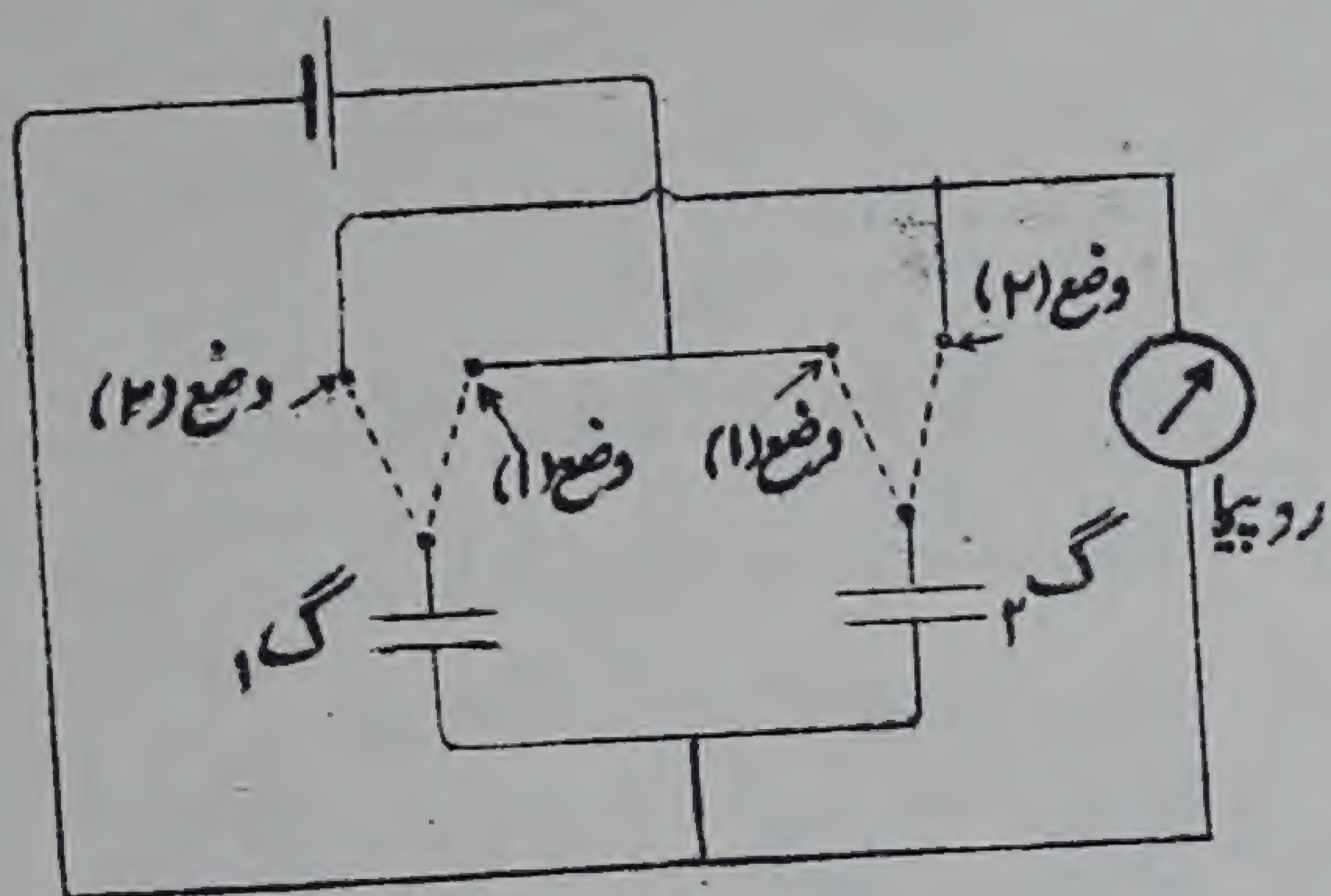
تجربہ (۷۶)۔ گنجائشوں کا مقابلہ۔

بیلسٹک رو پیما کے طریقہ سے۔ ایک مکثفہ کے ساتھ دوراہی کنجی کے ذریعہ ایک ثانوی برقی خانہ جوڑ دو کہ کنجی کی ایک وضع میں خانہ کے قطب مکثفہ کے سروں سے ملجائیں۔ مکثفہ اور کنجی کے ساتھ ایک رو پیما کو اس طرح جوڑو کہ کنجی کی دوسری وضع میں رو پیما کے سرے مکثفہ کے سروں سے ملجائیں، اور خانہ "کھلے دور" کی حالت میں آجائے۔ اس غرض کے لئے خاص قسم کی "مکثفہ کی" یا "بار خالی کرنے کی" کنجیاں مہیا کی جاتی ہیں۔ لیکن کوئی بھی تیز عمل دوراہی سوئچ اچھی طرح کام دیسکتا ہے بشرطیکہ وہ بخوبی مجوز ہو۔ بعض اوقات دو کھٹکھٹانے کی کنجیاں استعمال کی جاتی ہیں۔ شکل (۸۳) کی طرح آلات کی ترتیب عمل میں آئے۔

شکل (۸۳)
مکثفہ کی گنجائش

کنجی کو وضع (۱) سے بدل کر جلدی سے وضع (۲) میں لیجانے سے رو پیما میں جو فوری انصراف پیدا ہوتا ہے اس کو

مشاہدہ کر لینا چاہیئے۔

پھر مکثفہ کو دَور کے باہر نکال کر اس کے عوض دوسرا مکثفہ شریک کیا جاتا ہے اور تجربہ دوہرایا جاتا ہے۔ دونوں انصرافوں (یا جستوں) کی نسبت، دونوں مکثفوں کی گنجائشوں کی نسبت تصور کی جاسکتی ہے۔ اس لئے کہ یہ انصراف تجربہ کے حدود صحت کے اندر برق کی اُن مقداروں کے متناسب ہیں جو رَد پیما پر سے خارج ہوتی ہیں۔

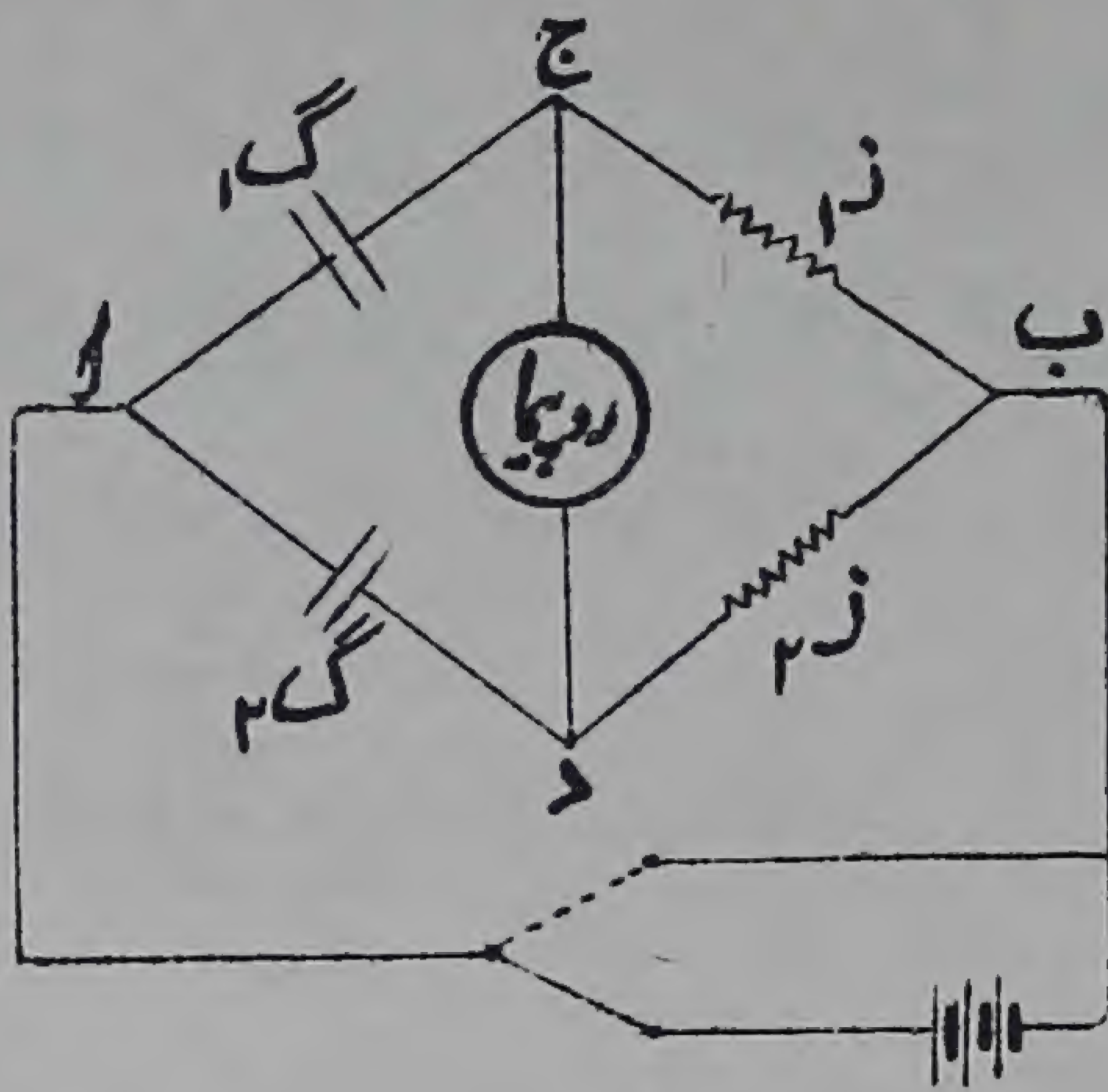
اس کی بہت ضرورت ہے کہ مکثفوں کے بدلنے میں، حتی الامکان کم تاخیر ہو تاکہ خانہ کے محرکہ برق کی تبدیلی کا کوئی اندیشہ نہ ہو۔ بذیںوجہ دو متشابہ دو راہی کنجیاں استعمال کیجاسکتی ہیں، یا ایک دوہری بارخالی کرنے کی کنجی سے کام لیا جاسکتا ہے۔ آخری صورت میں آلات کی ترتیب بموجب شکل (۸۴) ہوگی۔

شکل (۸۴)
برقی گنجائشوں کا مقابلہ

وقتِ واحد میں صرف ایک ہی کنجی استعمال کی جانی چاہیئے، اور اگر ممکن ہو تو دوسری کنجی دونوں پہلوؤں میں سے کسی ایک پہلو

کے ساتھ تماس نہ رکھے۔

برقی رَو کے تجربوں میں اکثر اوقات اس طرح، زائد کنجیوں وغیرہ کے استعمال سے، تجربہ کے عمل میں سہولت پیدا کردی جاسکتی ہے۔

تجربہ (۷۷) گنجائشوں کا مقابلہ۔ وِیٹسٹون

کے پل کے طریقہ سے۔ جن مکثفوں کی گنجائشوں کا مقابلہ مقصود ہے ان کو دو مزاحمتوں، ایک رَو پیما، ایک مورجہ اور ایک دو راہی کنجی کے ساتھ بموجب ترتیب شکل (۸۵) ملایا

شکل (۸۵)
وِیٹسٹون کے پل کا طریقہ

جاتا ہے۔

مزاحمتوں ز۱ اور ز۲ کو حسب ضرورت گھٹا بڑھا کر اس انداز پر لاؤ کہ دو راہی کنجی کو اس کی دونوں وضعوں میں سے کسی بھی وضع میں سوئچ کرنے سے رَو پیما منحرف نہ ہو، تب

$$\frac{\text{گ}_1}{\text{گ}_2} = \frac{\text{ز}_2}{\text{ز}_1}$$

اس لئے کہ عدم انصراف سے اس کا پتہ چلتا ہے کہ (ج) اور (د) میں کسی وقت بھی کوئی تفاوت قوہ نہیں ہوتا ہے، لہذا رو پیما پر سے کبھی بھی کوئی رو نہیں بہتی۔ ایسی صورت میں مکثفہ (گ۱) پر برقی بار بالکلیہ مزاحمت (ذ۱) کے توسط سے بھرا جانا چاہیئے، اور مکثفہ (گ۲) پر بالکلیہ مزاحمت (ذ۲) کے توسط سے۔ اور دونوں مکثفے ایک ساتھ اپنے آخری قوتوں پر پہنچنا چاہیئے۔

مکثفے اپنی متعلقہ مزاحمتوں کے توسط سے جس شرح سے برقائے جاتے ہیں، اِن مزاحمتوں کے متکافیوں کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنے مساوی اوقات میں جو برقی بار ب۱ اور ب۲ مکثفوں کو حاصل ہوتے ہیں $\frac{1}{ذ_1}$ اور $\frac{1}{ذ_2}$ کے متناسب ہوتے ہیں۔ لیکن مکثفے ایک ہی آخری قوہ پر ایک ساتھ پہنچتے ہیں۔ پس ب۱ اور ب۲ گنجائشوں گ۱ اور گ۲ کے متناسب ہیں۔ یعنے

$$\frac{گ_1}{گ_2} = \frac{ذ_2}{ذ_1}$$

اگر ان مکثفوں میں سے کوئی ایک مکثفہ دوسرے مکثفہ سے پہلے پورا برقایا جاتا ہے، تو رو پیما کے توسط سے ہنوز ناتمام برقائے ہوئے مکثفہ کی طرف ایک چھوٹی برقی رو بہیگی۔ اس کے یہ معنے ہوئے کہ اگر مزاحمتیں ٹھیک انداز پر نہ لائی جائیں تو رو پیما کی سوئی خفیف ساج سے د یا د سے ج کیطرف رو کے بہنے کی وجہ سے، منصرف ہوگی۔

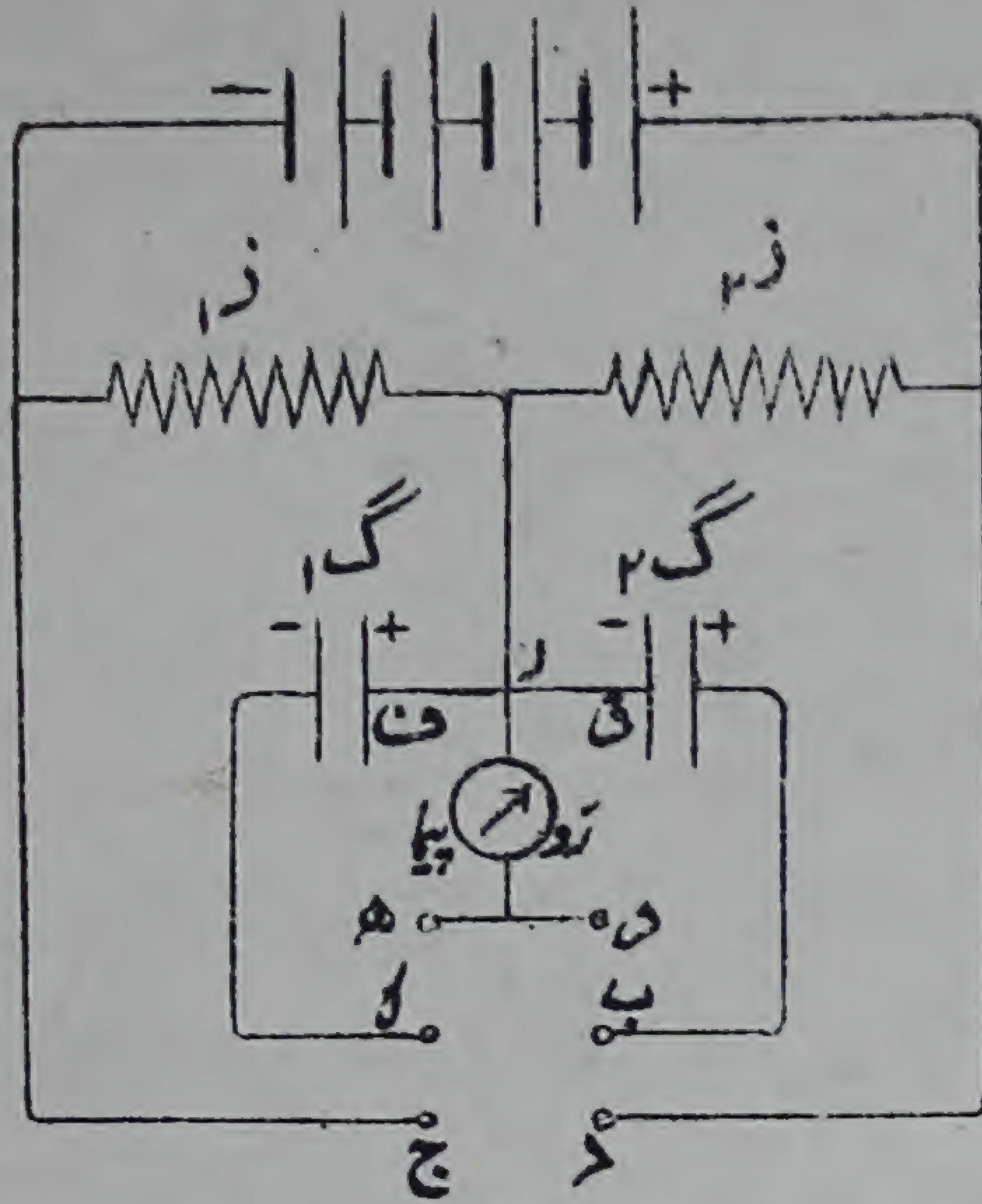
نوٹ۔ یہ اگرچہ عدم انصراف کا طریقہ ہے، لیکن اس کی حساسیت کچھ زیادہ نہیں۔ رو پیما میں جو کچھ بھی برق بہتی

ہے مکثفوں کے برقی باروں کے تفاوت کا، جبکہ ایک مکثفہ پورا بھر جاتا ہے اور دوسرا ہنوز خالی رہتا ہے، ایک قلیل حصہ ہے۔ مکثفوں کے بار خود عموماً چھوٹے ہوتے ہیں، اور رَو پیمائیں محض خفیف سا انصراف پیدا کر سکتے ہیں۔ پس ان کے خفیف تر تفاوت کے محض ایک حصہ سے جو انصراف وقوع میں آئیگا یقیناً بہت قلیل ہوگا۔ اس لئے مزاحمتوں میں عموماً وسیع تغییر تبدل کرنے پر بھی رَو پیما میں قابل لحاظ انصراف پیدا نہ ہوسکیگا۔ یہ طریقہ اس صورت میں بہت حساس ہوتا ہے جبکہ مزاحمتیں ذ۱ اور ذ۲ معتدبہ ہوتی ہیں، اور رَو پیما کم مزاحمت رکھتا ہے۔ لیکن جب تک مکثفوں کی گنجائش بڑی نہ ہو یہ طریقہ قابل اطمینان نہیں۔

تجربہ (۸۰)۔ گنجائشوں کا مقابلہ۔ آمیزول

کے طریقہ سے۔ ۸ اولٹ کے مورچہ کو دو بڑی اور تغییر پذیر مزاحمتوں (۱۰۰ سے لیکر ۱۰۰۰۰ اوم تک) کے ساتھ ہمسلسلہ ملاؤ۔ جن مکثفوں کی گنجائشوں کا مقابلہ کرنا ہے ان کو اس طرح ترتیب دو کہ وہ پہلے ان مزاحمتوں کے ساتھ ہمتوازی جوڑے جاسکیں، اس کے بعد ان سے منقطع کردئیے جائیں، پھر انکے برقی بار باہمدیگر ملادئیے جائیں، اور بالآخر بقیہ بار ایک رَو پیما کے توسط سے خالی کردیا جائے۔

شکل (۸۶) میں اس ترتیب کی صراحت ہوئی ہے ملاحظہ کیجائے
جب دوہرے جوڑ کے سوئچ کو اس وضع میں لاتے ہیں کہ ا کا تماس ج سے ہو اور ب کا تماس د سے، تو گ۱ اور گ۲ مکثفوں میں برقی بار بالترتیب مزاحمتوں ذ۱ اور ذ۲ کے سروں کے درمیانی تفاوت قوۃ کے مساوی قوّوں پر پہنچ جاتا

ہے۔
اگر تفاوت قوہ ت۱ اور ت۲ فرض کیئے جائیں تو مکثفوں پر برقی بار بالترتیب گ۱ ت۱ اور گ۲ ت۲ ہوگا۔

شکل (۸۶)
آمپیروں کا طریقہ

اب دوہرے تماس کے سوئچ کی وضع بدل کر ا کو ب کے ساتھ اور ھ کو د کے ساتھ تماس کرایا جائے تو گ۱ کا مثبت بار گ۲ کے منفی بار کے ساتھ بتوسط تار ف ر ق ملجائیگا۔ اور گ۱ کا منفی بار گ۲ کے مثبت بار سے بتوسط سوئچ ملجائیگا۔ اور دونوں مکثفوں کی تختیوں کے جوڑ ایک ساتھ رَد پیما کے توسط سے باہمدیگر ملجائینگے' اور اختلاط کے بعد جو کچھ بھی بار بچ رہیگا رَد پیما کے ذریعہ سے خالی ہو جائیگا۔ مزاحمتوں ذ۱ اور ذ۲ کو ٹھیک انداز پر لانے سے اس پسماندہ

بار کو گھٹا کر صفر کر دیا جاسکتا ہے، جس سے رَو پیما کا انصراف بھی صفر ہو جائیگا۔

اس صورت میں

گ۱ ت۱ = گ۲ ت۲

لیکن چونکہ تفاوت قوّہ ت۱ اور ت۲، مزاحمتوں ذ۱ اور ذ۲ کے متناسب ہیں۔

اس لئے گ۱ ذ۱ = گ۲ ذ۲

یا گ۱ / گ۲ = ذ۲ / ذ۱

چونکہ یہ عدم انصراف کا طریقہ ہے اس لئے بیلسٹک رَو پیما کے طریقہ (تجربہ ۷۶) سے بہتر ہے۔ ساتھ ہی یہ طریقہ دیٹسٹون کے پل کے طریقہ سے بہت زیادہ حساس بھی ہے اور بہت چھوٹی گنجائشوں کے مکثفوں پر بھی حاوی ہے۔

اس تجربہ کے لئے کثیر مزاحمت اور بڑی حساسیت کے رَو پیما کا استعمال موزوں ہوتا ہے۔

دسواں باب

برقی آلات کے متعلق مفید یادداشتیں

فصل (۱)۔ مماسی رو پیما

ایک لچھے کا رو پیما۔ صفحہ (۱۱۲) پر اس سادہ قسم کے مماسی رو پیما کی تشریح ہو چکی ہے۔ وہ تار کے ایک انتصابی لچھے پر مشتمل ہے جس کا محور مشرق و مغرب (مقناطیسی) کی سمت میں واقع ہوتا ہے۔ لچھے کی برقی رو (ر) کے مقناطیسی میدانی پیمائش کی غرض سے لچھے کے مرکز پر بکس میں ایک مقناطیسیت پیما رکھا جاتا ہے۔
اگر لچھے کے مرکز پر مقناطیسی میدانی حدت ح ہو تو

$$ح = \frac{۲\pi ن ر}{ص}$$

جس میں ن = لچھے کے چکروں کی تعداد
اور ص = لچھے (کے دائرے) کا نصف قطر
اگر سوئی مقناطیسی نصف النہار سے بقدر زاویہ عہ منحرف ہو تو

$$ح = ف \text{ مس } عہ$$

پس $\frac{۲\pi ن ر}{ص} = ف \text{ مس } عہ$

یا $\qquad$ س = $\frac{\text{ص ن}}{\text{۲ ٣ ن}}$ مس عہ

اس سادہ قسم کے مماسی رَو پیما کے بالعموم ایک، دو یا تین پچھے ہوتے ہیں جو سب کے سب ایک ہی قالب پر لپیٹے جاتے ہیں۔ ان پچھوں کے چکروں کی تعداد مختلف ہوتی ہے اور ان کے دائروں کے نصف قطر ایک دوسرے سے خفیف مختلف ہوتے ہیں۔ (اگرچہ چکر گنے نہیں جا سکتے اور دائروں کے نصف قطر کی پیمائش نہیں ہوسکتی تو رَو پیما پر خود بنانیوالے کی طرف سے ان کی صراحت کردی جاتی ہے)۔ مختلف پچھوں کے استعمال سے رَو پیما کی حساسیت حسب ضرورت تبدیل کیجاسکتی ہے، جس کی وجہ سے ایک ہی رَو پیما دو یا تین مختلف مرتبوں کی برقی روؤں کی پیمائش کا کام دیسکتا ہے۔

پس اگر رَو پیما کے تین پچھوں کے بالترتیب ۱، ۱۰، اور ۱۰۰ چکر ہوں، اور ایک امپیر کی برقی رَو ایک چکر والے پچھے پر سے بہہ کر ۴۵° انحراف پیدا کرتی ہے، تو یہ پچھا ۰٫۳ امپیر سے لیکر ۳ امپیر تک کی روؤں کی پیمائش کے کام آسکتا ہے۔ ۱۰ چکر والا پچھا آسانی کے ساتھ ۰٫۰۳ سے ۰٫۳ امپیر تک کی روؤں کے لئے استعمال ہوسکتا ہے۔ واضح ہو کہ یہ چھوٹی رَو اس پچھے پر سے ۱۰ بار گھومتی ہے (کیونکہ اس کے ۱۰ چکر ہیں) اور اس لئے وہی اثر رکھتی ہے جو اس سے ۱۰ گنا بڑی رَو ایک چکر والے پچھے پر سے بہتے ہوئے رکھتی ہے۔ اسی طرح ۱۰۰ چکر والا پچھا ۰٫۰۰۳ سے لیکر ۰٫۰۳ امپیر تک کی برقی روؤں کی پیمائش کے لئے موزوں ہوگا۔

عام صورت۔ اگر رَو پیما میں متذکرہ بالا قسم کی سادگی نہ ہو تو

اس پر بہنے والی رَو کے لئے یہ مساوات لکھی جاسکتی ہے:

$$ر = \frac{ف}{م} \text{ مس عہ}$$

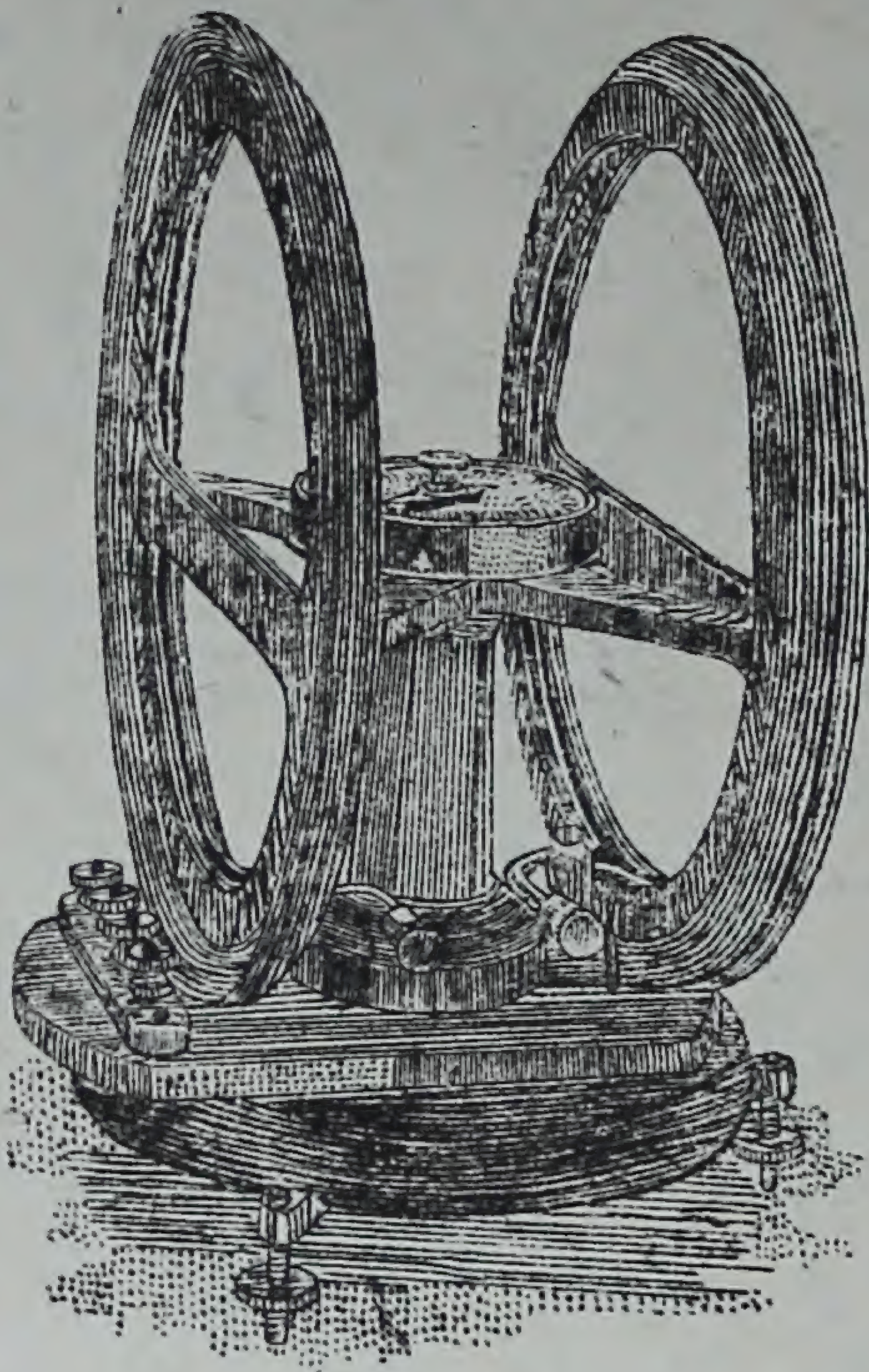
جو ہر قسم کے معلّق سوئی والے رَو پیماؤں پر حاوی ہے، خواہ ان کی بناوٹ کیسی ہی ہو، بشرطیکہ سوئی کی اوسط وضع پچھے کے مستوی کے متوازی ہو، یعنے جب رَو پیما پر سے رَو نہ گزرے تو سوئی کی وضع پچھے کے متوازی ہو۔ مصرحہ بالا مساوات میں ف مقناطیسی میدان کی حدّت ہے جو سوئی پر زمین کی مقناطیسیت (اور رَو پیما کی حساسیت پر قابو رکھنے والے مقناطیس) کی وجہ سے عمل کرتا ہے۔ م میدان کی حدّت ہے جو پچھے پر سے اکائی برقی رَو کے بہنے سے وقوع میں آتی ہے۔

ہلم ہولٹس والا رَو پیما۔ ایک خاص قسم کا مماسی رَو پیما مشہور و ممتاز طبعیات کے ماہر فون ہلم ہولٹس کی ایجاد ہے، جس میں دو مساوی پچھے ایک دوسرے کے متوازی ہوتے ہیں اور ان کے مرکزوں کے مابین پچھوں کے دائروں کے نصف قطر کا فاصلہ ہوتا ہے۔ مقناطیست پیما ان پچھوں کے عین وسط کے مقام پر رکھا جاتا ہے۔ پچھوں کا محور مشرق مغرب (مقناطیسی) کی سمت میں واقع ہوتا ہے۔ اس کے استعمال کا طریقہ بعینہٖ وہی ہے جو سادہ قسم کے مماسی رو پیما کا طریقہ ہے۔ لیکن ہلم ہولٹس والے رَو پیما میں یہ خوبی ہے کہ اسکے پچھوں کا مقناطیسی میدان جس میں، مقناطیسیت پیما کی سوئی حرکت کرتی ہے بہت زیادہ یکساں ہے۔

رَو پیما کے مستقل م کی جو قیمت مساوات $ر = \frac{ف}{م}$ مس عہ

میں شریک ہے ۹۹ء۸ ن / ص ہے۔

اگر ر کی پیمائش مطلق اکائیوں میں ہو۔

ن سے مراد ایک پچھے کے چکروں کی تعداد ہے اور ص، پچھے کا نصف قطر ہے

شکل (۸۷)

ہلم ہولٹس والا روپیما

واضح ہو کہ دائری پچھے کے محور پر اگر مرکز سے لا فاصلہ پر کوئی نقطہ واقع ہو تو پچھے پر برقی رَو ر (مطلق اکائیوں میں)

کے بہنے سے اس نقطہ پر مقناطیسی قوت

$$ق = \frac{۲ \pi ن ص^۲ ر}{(ص^۲ + لا^۲)^{\frac{۳}{۲}}}$$

اس رد پیما میں لا = ½ ص اور دو پچھے استعمال ہوتے ہیں جن کے مقناطیسی میدان ایک ہی سمت میں ہوتے ہیں۔ مساوات مندرجہ بالا کے ذریعہ ھ کی حسابی تخمین کرنے سے مصرحہ بالا قیمت ($\frac{۸٫۹۹ ن}{ص}$) برآمد ہوتی ہے۔

برقی رو کی مطلق پیمائش

برقی رو جب رد پیما کی سوئی کو بقدر زاویہ عہ منصرف کرتی ہے اس کی مطلق قیمت مساوات

$$ر = \frac{ف}{م} \text{ مس عہ}$$

سے دریافت ہوسکتی ہے، بشرطیکہ رد پیما کے پچھے یا پچھوں کی ترتیب اور ان کے ابعاد کے ذریعہ ھ کی حسابی تخمین ہوسکے۔ اگر پچھے کے چکروں کی تعداد بڑی ہو تو صحت کے ساتھ ان کی وضع کی تعیین نہیں ہوسکتی، اور نہ سوئی پر ان کے اثر کا ٹھیک حساب لگایا جاسکتا ہے۔

حساس قسم کا رد پیما تیار کرنے میں پچھے کے چکروں کی تعداد اس قدر بڑی ہوجاتی ہے کہ ھ کی صحیح تخمین عملاً ناممکن ہوجاتی ہے۔

حساس قسم کے رد پیما استعمال کرکے ممکن ہے کہ بہت چھوٹی برقی رؤں کی مطلق پیمائش کی جائے، لیکن ان طریقوں

کا بیان یہاں بیموقعہ ہے۔

بڑی سے بڑی رؤوں کی پیمائش کے لئے بھی مماسی رو پیما موزوں ہوتا ہے۔ اس کی موزونیت کے متعلق اس جانب کوئی حد قائم نہیں کی جاسکتی۔ ایک چکر والے رو پیما کی حساسیت گھٹانا ہو تو اس کے دائرہ کا نصف قطر بڑھا دیا جاسکتا ہے' یا اس کے مقناطیسیت پیما کو دائرے کے محور پر مرکز سے دُور ہٹادیا جاسکتا ہے۔ دونوں صورتوں میں سوئی کے مرکز کے پاس کے مقناطیسی میدان کی صحیح حسابی تخمین ہوسکتی ہے' لہذا مناسب بناوٹ کے مماسی رو پیما کے ذریعہ بہت بڑی برقی رؤئیں بھی ناپی جاسکتی ہیں۔

فصل (۲) معلق سوئی کے حسّاس اقسام کے رو پیما

معلق سوئی کی قسم والے رو پیما کی حسّاسیت

کسی رو پیما کی حسّاسیت کی تعریف' اس کا انصراف اور انصراف پیدا کرنے والی رو کی باہمی نسبت' کے ذریعہ ہوسکتی ہے۔ اگر عہ/ر بڑی نسبت ہے تو اس کے معنے یہ ہوئے کہ چھوٹی رو ر کے بہنے سے رو پیما کا انصراف عہ معتدبہ ہے۔

ہمہ قسم کے معلق سوئی والے رو پیماؤں میں برقی رو ر مماس زاویہ انصراف (مس عہ) کے متناسب ہوتی ہے بشرطیکہ سوئی گچھے کے مستوی میں واقع ہوتی ہے جبکہ اس پر سے کوئی رو نہیں بہتی۔ پس عہ/ر مستقل نہیں ہے۔

لیکن بجائے $\frac{\text{عہ}}{\text{سا}}$ کے، چھوٹے انحرافوں کی صورت میں، $\frac{\text{مس عہ}}{\text{سا}}$ لکھا جاسکتا ہے، پس

حساسیت = $\frac{\text{مس عہ}}{\text{سا}}$ تقریباً (جو تقریباً مستقل ہے)

اگر رو پیما کی حساسیت بڑہانا مقصود ہو تو مساوات سا = $\frac{\text{ف}}{\text{مر}}$ مس عہ سے ظاہر ہے کہ اس کے مر اور ف کی نسبت بڑہائی جانی چاہیئے، یا پچھے کے مقناطیسی میدان مر کو اس طرح بڑہانا چاہیئے کہ میدان ف کے اثر میں زیادتی نہ ہونے پائے۔ ایک اور طریقہ یہ ہے کہ میدان ف کو اس طرح گھٹایا جائے کہ مر کے اثر میں کمی نہ پیدا ہو۔ پس حساسیت میں اضافہ کرنے کے طریقوں کی حسب ذیل تقسیم ہوسکتی ہے:-

۱- رو پیما کی سوئی کے لئے اچل مقناطیسوں کا مجموعہ استعمال کیا جائے۔

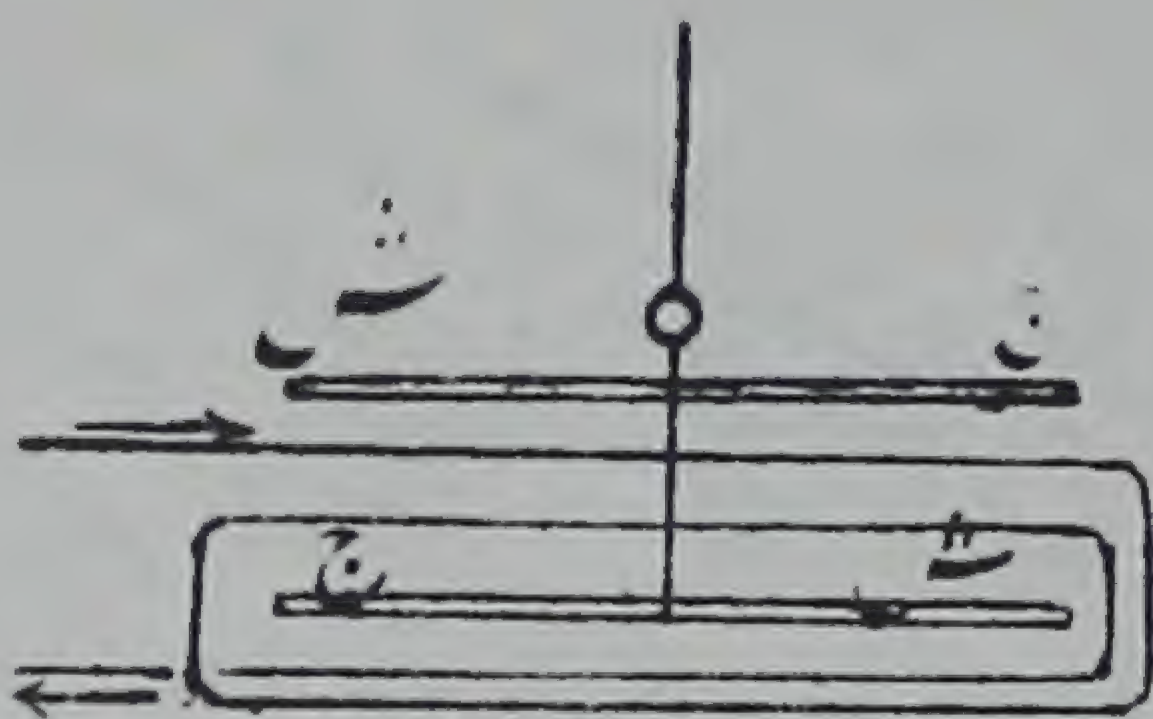
۲- مر کی اصل قیمت میں اضافہ کیا جائے۔

۳- سوئی پر قابو رکھنے والے میدان ف کی قیمت گھٹائی جائے۔

اچل مقناطیسوں کے مجموعہ کا اصول۔ اچل رو پیما میں بجائے مماسی رو پیما کی سادہ مقناطیسی سوئی کے ایک مقناطیسی نظام استعمال کیا جاتا ہے۔ سادہ ترین صورت میں یہ مقناطیسی نظام دو سوئیوں پر مشتمل ہوتا ہے جو باہمدیگر

استوانہ، ایک سوئی اوپر اور دوسری نیچے، محوروں کی سمتیں مخالف رکھ کر، جوڑ دی جاتی ہیں۔
دونوں سوئیاں تقریباً مساوی حدت کے ساتھ مقنائی جاتی ہیں۔ ایک سوئی لچھے کے اندر رکھی جاتی ہے اور دوسری، اوپر۔

اچل سوئیوں کے مجموعہ پر مقناطیسی میدان کا اثر۔ اگر سوئیوں کے مقناطیسی معیار اثر م۱ اور م۲ ہوں تو سوئی پر قابو رکھنے والے میدان کا اثر ف (م۱ - م۲) کے تناسب ہوتا ہے، چونکہ میدان تقریباً یکساں ہے اور سوئیوں کے مقناطیسی محوروں کی سمتیں ایک دوسرے کے مخالف ہیں

اچل سوئیوں کے مجموعہ پر لچھے کی برقی رو کے میدان کا اثر۔ چونکہ ایک سوئی لچھے کے اندر اور دوسری اس کے باہر ہوتی ہے، اس لئے سوئیاں لچھے کے مقناطیسی میدان کے دو حصوں میں واقع ہوتی ہیں جن کی سمتیں مخالف ہوتی ہیں
اور چونکہ خود سوئیوں کی وضعیں بھی مخالف ہوتی ہیں دونوں سوئیوں پر عمل کرنے والے جیلی جفت کا اثر ایک ہی جانب ہوتا ہے۔ پس سوئیوں کے نظام پر لچھے کے مقناطیسی میدان

شکل (۸۸)
اچل سوئیوں کا نظام

کی وجہ سے عمل کرنے والا مجموعی جفت تقریباً ھر $(م_۱ + م_۲)$
کے متناسب تصور کیا جاسکتا ہے۔ واضح ہو کہ یہاں بنظر
سہولت حساب یہ فرض کیا گیا ہے کہ پچھے کے مقناطیسی
میدان کی حدت پچھے کے باہر سوئی $م_۲$ پر وہی یعنے
ھر ہے جو پچھے کے اندر ہے۔ یہ صحیح نہیں اسی لئے
ھر $(م_۱ + م_۲)$ مجموعی جفت کا محض سرسری اندازہ ہے
پس اس قسم کے آلہ کی حساسیت ایک ہی سوئی
اور مشابہ پچھے والے آلہ کی بہ نسبت تقریباً $\frac{م_۱ + م_۲}{م_۱ - م_۲}$ گنا
بڑی ہوتی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ اگر اجل رَد پیما
کی سوئیاں قریب قریب مساوی مقناطیسی معیار اثر رکھتی
ہوں تو یہ رَد پیما نہایت درجہ حساس ہوسکتا ہے۔
اگر $م_۱$ اور $م_۲$ میں ضرورت سے زیادہ قریب کی مساوات
ہے تو رَد پیما غیر قائم ہوجاتا ہے یعنے ذرا سی رَو بھی اسکے
سوئیوں کے نظام میں حرکت پیدا کرتی ہے اور وہ مشکل
سے کوئی وضع سکون اختیار کرتا ہے۔ پس احتیاط کی جانی چاہئے
کہ یہ صورت پیش نہ آئے۔

چونکہ $\frac{م_۱ + م_۲}{م_۱ - م_۲}$ محض تقریبی جزو ضربی ہے اور اسکی
تعیین بھی صحت کے ساتھ نہیں ہوسکتی اجل سوئیاں
جس آلہ میں استعمال ہوتی ہیں وہ مطلق پیمائش کے آلہ کا کام
نہیں دیسکتا۔ معہذا اس پر اعتماد نہیں کیا جاسکتا کہ ایک
ہی رَو کے بہنے سے اس کا انحراف ہر وقت ایک ہی
ہو یعنے اس کے نتائج میں باہمدیگر مطابقت نہیں پائی
جاتی اس لئے کہ $م_۱$ یا $م_۲$ کی قیمت میں ذرا بھی تغیر پیدا

ہوتا ہے تو مصرحہ بالا جزو ضربی کے بنسبت نا پہ اس کا بہت اثر پڑتا ہے اور اس لئے رو پیما کی حساسیت بہت تبدیل ہو جاتی ہے۔

سوئیوں کو قابو میں رکھنے والا مقناطیس۔ اکثر رو پیماؤں کے پچھوں کے اوپر انتصابی محور پہ ایک مستقل مقناطیس ہوتا ہے، جس کی بلندی پچھے سے حسب ضرورت گھٹائی بڑھائی جاسکتی ہے اور جو اس محور پہ گھمایا بھی جاسکتا ہے۔

ایسی حالت میں رو پیما کی سوئی اس مقناطیس کے میدان (ﮈ) اور زمین کے مقناطیسی میدان کے مشترکہ اثر کے تحت رہتی ہے، جن میں سے ﮈ کی قیمت وسیع حدود کے اندر بدلی جاسکتی ہے۔ جب رو پیما کو بہت حساس بنانا ہوتا ہے تو اس کے مقناطیس کو اس بلندی پہ اور ایسی وضع میں ترتیب دیا جاتا ہے کہ اس کا میدان زمین کے مقناطیسی میدان پہ قریب قریب پورا غالب آجاتا ہے۔ اس کے برعکس اگر رو پیما کی حساسیت گھٹا دینا مقصود ہے (مثلاً اسوقت جبکہ رو پیما کی مزاحمت سر ولیم ٹامسن کے طریقہ سے دریافت کی جاتی ہے) تو اس مقناطیس کو سوئی کے بہت قریب لاکر ایسی وضع میں رکھا جاتا ہے کہ اس کا میدان زمین کے میدان کی تائید کرے۔ ﮈ کی قیمت اسوقت بہت بڑی ہوتی ہے۔ واضح ہو کہ کمزور میدان میں سوئی بہت آہستہ اہتزاز کرتی ہے اور زیادہ زور کے میدان میں سوئی کا اہتزاز اتنا ہی تیز ہو جاتا ہے، پس رو پیما کی حساسیت بڑھانا ہوتا ہے تو اس کے مستقل مقناطیس کو ایسی وضع میں رکھا جاتا ہے جس سے سوئی کا

اہتزاز بہت آہستہ ہو جائے۔ حساسیت سوئی کے وقت دوران اہتزاز کے مربع کے متناسب ہے۔

ایسے مقناطیس کے استعمال سے ایک بڑا فائدہ یہ ہے کہ سوئی کو ضبط و اختیار میں رکھنے والے میدان کو جس سمت میں لانا مقصود ہو، اس مقناطیس کو حسب ضرورت پھیر کر لایا جاسکتا ہے۔ یا اگر کسی ہموار رَو کے بہنے سے سوئی کوئی مستقل انصراف بتائے تو مقناطیس کو مناسب وضع میں گھما کر رکھنے سے اس کی تصحیح ہوسکتی ہے۔

رَو پیما کے مستقل ھ کی قیمت میں اضافہ کرنے کا طریقہ۔ اکائی رَو کے میدان میں اضافہ کرنے کے لئے چھوٹے نصف قطر (ص) والا لچھا استعمال کرنا چاہئیے اور لچھے کے چکروں کی تعداد (ن) زیادہ کر دینی چاہئیے۔ ایک حد تک یہ باتیں متضاد ہیں۔ جوں جوں چکروں کی تعداد بڑھتی جائیگی، اوپر والے دائروں کا نصف قطر بھی بڑھتا جائیگا۔ پس (ن) کو بڑھا کر مفید اثر پیدا کرنے کے لئے ایک معیّن حد ہے جس سے متجاوز نہ ہونا چاہئیے۔

سادہ قسم کا ایل رو پیما

سادہ قسم کے ایل رَو پیما میں لچھے اس طرح لپیٹے جاتے ہیں کہ خاصی لمبی سوئیاں استعمال ہوسکتی ہیں۔ چونکہ لچھے کی شکل چپٹی ہوتی ہے اس سے وہی اثر پیدا ہوتا ہے جو دائری لچھے کے نصف قطر کے گھٹانے سے ہوتا ہے یعنے

رَو پیما حساس ہوتا ہے۔ ساتھ ہی شکل کی پیچیدگی کی وجہ سے ھر کی حسابی تخمین نہیں ہو سکتی۔
پس ایسے رَو پیما سے زیادہ تر قلیل رَوؤں کے انکشاف کا کام لیا جاتا ہے مثلاً ویٹسٹون کے پل کے سرسری تجربوں میں۔

طالب علم کے لئے ایک مفید مشق یہ ہو سکتی ہے کہ اس قسم کے رَو پیما کی تعبیر کرے۔ دو اولٹ کا خانہ اور ..... ۱ اوہم تک کی تغیر پذیر مزاحمت کی بکس اس کے ساتھ ہمسلسلہ جوڑی جائے اور انصراف (عہ) کے مشاہدہ کے ساتھ اوہم کے کلیہ کے ذریعہ (خانہ کا م ب ۲ اولٹ فرض کرکے) برقی رو (سا) کا حساب لگایا جائے۔ اور ترسیمیں بنا کر (سا) کی تبدیلی (عہ) کے ساتھ اور نیز مس (عہ) کے ساتھ دریافت کی جائے۔

اجل مقناطیسی سوئیوں کے نظام کے ساتھ ان پر ضبط و اختیار رکھنے والے مستقل مقناطیس استعمال کرنے سے بڑی حساسیت کے رَو پیما تیار کئے جا سکتے ہیں۔ بعض اوقات اجل نظام کی دونوں سوئیاں دو علیحدہ علیحدہ لچھوں کے اندر لٹکائی جاتی ہیں۔ ایک لچھا دوسرے لچھے کے اوپر واقع ہوتا ہے اور ان میں تار مخالف سمتوں میں لپیٹے جاتے ہیں تاکہ دونوں سوئیوں پر حِیلی جفت ایک ہی جانب عمل کریں۔

رَو پیما کے فیگر آف میرٹ (ہندسہ قابلیت)

سے مراد عموماً (امپیروں میں) اس برقی رَو کی قیمت ہے جو رَو پیما سے ایک میتر دور رکھے ہوئے پیمانہ پر ایک ملی میتر کا انصراف نور پیدا کر سکتی

۷ -

بڑی اور چھوٹی مزاحمت کے رو پیما

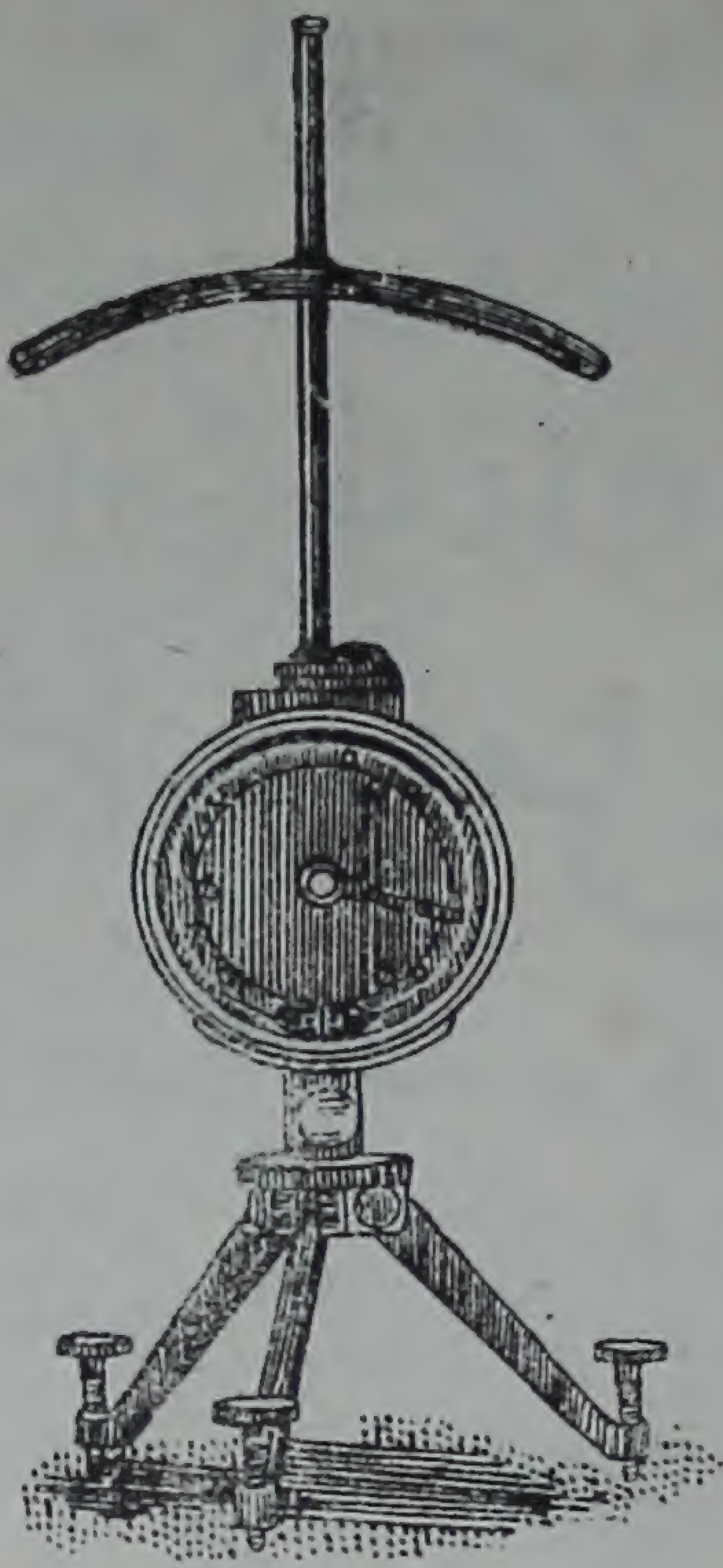
رو پیما کے پچھے باریک تار لپیٹ کر بنانے سے اس کے مستقل مر کی قیمت بڑی ہو جاتی ہے - اگرچہ اس سے اسکی مزاحمت بھی بڑھ جاتی ہے لیکن اس صورت میں جبکہ برق کی ایک معیّن مقدار کو رو پیما کے توسط سے خارج کر کے ناپنا مقصود ہو مزاحمت کے بڑھنے میں کوئی قباحت نہیں - مثلاً اگر ایک مکثفہ میں برقی بار بھرا ہوا ہے اور اس بار کی پیمائش مقصود ہے تو رو پیما کی مزاحمت خواہ کتنی ہی بڑی ہو پورا برقی بار اس کے پچھوں پر سے گزر جائیگا -

اس کے برعکس، ویٹسٹون کے پل کے تجربوں میں ایک ایسے نقطہ کی تلاش کی جاتی ہے جس کا قوہ ایک دوسرے نقطہ کے قوّے کے ٹھیک مساوی ہو - اسلئے یہاں ایسے رو پیما کی ضرورت ہوتی ہے جو چھوٹے سے چھوٹے تفاوتِ قوّہ سے بھی متاثر ہو - اگر رو پیما کی مزاحمت بڑی ہے تو اس پر سے جو رو گزریگی اسی تفاوتِ قوہ کے ساتھ چھوٹی مزاحمت کے رو پیما پر سے گزرنے والی رو سے بہت کمزور ہوگی - اگر بڑی مزاحمت والا رو پیما ہے تو برقی رو چھوٹی ہوگی مگر زیادہ چکروں پر سے گزریگی - اور اگر چھوٹی مزاحمت والا رو پیما ہے تو رو پہلے سے بہت بڑی ہوگی لیکن کم چکروں پر سے گزریگی - یہ رو پیما بالعموم اختراع میں متشابہ ہونے کی وجہ سے بڑی مزاحمت والے رو پیما میں بہ نسبت چھوٹی مزاحمت والے کے انحراف

کم ہوگا - پس چھوٹے تفاوتِ قوہ کا پتہ چلانے کے لئے کم مزاحمت والا رو پیما ہی استعمال ہونا چاہیئے - اس لئے ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ بڑی مزاحمت والا رو پیما نہایت درجہ حسّاس رو ہوتا ہے، اور چھوٹی مزاحمت والا رو پیما حسّاسِ تفاوتِ قوہ - بڑی مزاحمت کے رو پیما نسبتاً بڑے تفاوت قوہ کی پیمائش اور کمزور برقی روؤں کی پہچان یعنے سراغ رسانی کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں - چھوٹی مزاحمت کے رو پیما نسبتاً بڑی روؤں کی پیمائش اور چھوٹے تفاوتِ قوہ کی پہچان کے لئے استعمال کئے جاتے ہیں -

شکل (۸۹)
حسّاس رو پیما

بیلسٹک (اندفاعی) رو پیما

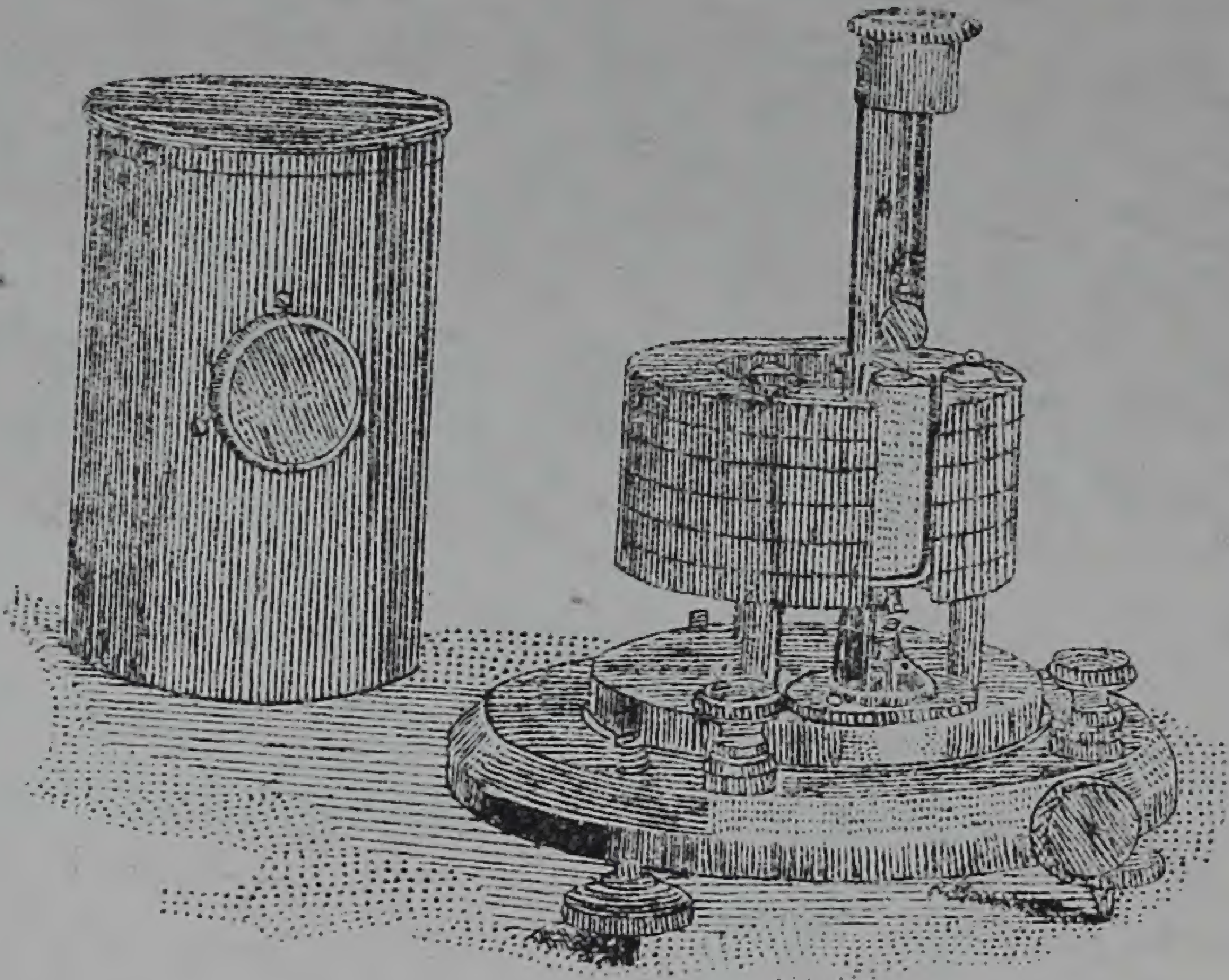
جب برقی رو کے بہنے کی مدت نہایت قلیل ہوتی

ہے، رَو پیما کے پچھے پر سے جو مقدار برق گزرتی ہے اس کی پیمائش رَو پیما کی سوئی کے پہلے اہتزاز کی سعت (یا جست) کے مشاہدہ سے ہو سکتی ہے، بشرطیکہ رَو کے بہنے کی مدت سوئی کے اہتزاز کی مدت کی بہ نسبت بہت قلیل ہو اور اہتزاز بہت ہی کم قسر ہوتے ہوں۔ اس قسم کے رَو پیما کو بیلسٹک (یا اندفاعی) رَو پیما کہتے ہیں۔

فصل (۳) معلق پچھے والے رَو پیما

معلق سوئی والے رَو پیما میں یہ بڑا عیب ہے کہ بیرونی مقناطیسی میدان کے ہر تغیر کا اس پر اثر پڑتا ہے۔ متحرک پچھے والا رَو پیما اس سقم سے بالکلیہ پاک ہوتا ہے۔ معہذا اس میں ایک اور خوبی یہ ہوتی ہے کہ اس کا رُخ کسی بھی سمت میں رکھ کر اس کو ترتیب دیا جا سکتا ہے۔

اگر ل طول کا تار جس پر سے ر مطلق اکائیوں کی برقی رَو گزرتی ہو ح حدت کے مقناطیسی میدان کے علی القوائم رکھا جائے تو تار پر ح ر ل ڈائین کی ایک قوت عمل کرتی ہے جس کی سمت تار اور میدان دونوں کے علی القوائم ہے۔

اگر ایک مستطیل شکل کا پچھا ح حدت کے مقناطیسی میدان میں ایسی وضع میں رکھا جائے کہ پچھے کا مستوی میدان کے مستوی سے منطبق ہو۔ جب ر برقی رَو اس پچھے پر سے گزرتی ہے تو پچھے پر ایک حیلی جفت بقدر ح ر ل ض ن عمل کرتا ہے جس میں ل اور ض بالترتیب

پچھے کے طول و عرض ہیں، اور ن پچھے کے چکروں کی کی تعداد ہے۔ کسی بھی شکل کے پچھے کے لئے جس کی سطح کا رقبہ س ہو ح = ن س ہے۔

شکل (۹۰)

معلق پچھے والا رو پیما

معلق پچھے والے رَو پیما میں پچھا فوسفور برونز کی ایک باریک دھجی کے ذریعہ، ایک بہت زبردست مقناطیس کے قطبین کے بیچ میں لٹکایا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۹۰)۔ برقی رَو پچھے کے اندر اس باریک دھجی کے راستہ داخل ہوتی ہے اور ایک ڈھیلے لپیٹے ہوئے لچھی کے ذریعہ جو پچھے کے پیندے میں لگی ہوئی ہوتی ہے، خارج ہو جاتی ہے۔

حیلی جفت ح ر ان س سے پچھے میں جو کوئی حرکت واقع ہوتی ہے پچھے کو لٹکانے کی دھجّی کے مڑوڑ کا جفت اس کی مخالفت کرتا ہے۔

فرض کرو مقناطیسی میدان یکساں ہے اور پچھا بقدر زاویہ عہ اپنی ابتدائی وضع سے پھر جاتا ہے۔ اس وضع میں میدان کی وجہ سے پچھے پر حیلی جفت ح ر ان س جم عہ عمل کرتا ہے، اور ریشہ کے مڑوڑ کی وجہ سے جفت م عہ اس کے مخالف جانب عمل کرتا ہے۔ م سے مراد مڑوڑ کے اکائی زاویہ کا جفت ہے۔ پچھا ان دونوں کے زیر عمل جب وضع سکون اختیار کرتا ہے تو ح ر ان س جم عہ = م عہ

$$\therefore \quad ر = \frac{\text{م عہ}}{\text{ح ن س جم عہ}}$$

اگر انصراف چھوٹے ہوں تو جم عہ کی قیمت ۱ کے مساوی لی جاسکتی ہے۔ پس اس صورت میں رَو پیما کی حسّاسیت

$$\frac{\text{عہ}}{ر} = \frac{\text{ح ن س}}{\text{م}}$$

جس سے واضح ہے کہ معلق پچھے والے رَو پیما کو حسّاس بنانا ہو تو پچھے کے چکروں کی تعداد زیادہ اور ان کا رقبہ بڑا ہونا چاہئے۔ پچھا زبردست مقناطیسی میدان میں ایک ایسے ریشہ کے ذریعہ لٹکایا جانا چاہئے جس کے اکائی زاویہ کے مڑوڑ کا جفت بہت کمزور ہو۔

بعض قسم کے آلوں میں "دو ریشی تعلیق" سے کام لیا جاتا ہے۔ برقی رَو ایک ریشہ سے پچھے میں داخل ہوتی

ہے اور دوسرے سے خارج ہوتی ہے ۔ لیکن اس بناوٹ کے
رَو پیما بہت کم مستعمل ہیں ۔

معلق پچھے کے رَو پیما کا انصراف، برقی رَو کے تناسب بنانے کا طریقہ۔ یکساں میدان کے معلق پچھے والے رَو پیما کے ذریعہ رَو کی تخمین کے لئے جو جملہ ماخوذ ہو اس میں حجم ع بھی ایک جزو ضربی ہے ۔ ایک سہل طریقہ اختیار کرنے سے اس جزو ضربی کے معلوم کرنے کی ضرورت نہیں ہوتی ۔

مقناطیس کے سروں کو جہاں قطبین واقع ہیں گھس کر مقعر بنایا جاتا ہے جس سے ان کی سطح اسطوانی بن جاتی ہے ان کے بیچ میں نرم لوہے کا ایک اسطوانی قلب ہوتا ہے جو قطبین کی اسطوانی سطح کے ساتھ ہم محور ہوتا ہے قطبین اور قلب کے درمیانی چھلے کی شکل کے فضا میں، مقناطیسی میدان تقریباً سب جگہ اسطوانے کے قطر کے متوازی ہے ۔ اور یہ فرض کرلیا جاسکتا ہے کہ قطبین کے وسطی خط کے گرد دونوں جانب ایک وسیع زاویہ تک میدان قطر کی سمت میں متشاکل ہے ۔ پچھا اس چھلے کی شکل کے فضا میں حرکت کریگا اور وہ جہاں کہیں ہوگا مقناطیسی میدان اس کی سطح کے مستوی ہی میں واقع ہوگا، بشرطیکہ اس وسطی خط سے وہ ۳۰° سے زائد نہ پھرے ۔ چونکہ اس زاویہ کے اندر میدان کی حدت یکساں ہوگی، پچھے پر جفت ح ر ن س عمل کریگا پچھا خواہ کسی بھی وضع میں ہو ۔
پس اگر اس ۳۰° زاویہ کے اندر پچھا بقدر زاویہ عہ منصرف ہو تو

ح سا ن س = م ع

یعنی $سا = \frac{م}{ح ن س} ع$

[چونکہ م، ح، ن اور س سب کی قیمتیں مستقل ہیں، برقی رو راست زاویہ انصراف کے متناسب ہوگی۔]

"سست گام" رو پیما۔ اگر بچھا ایک ہلکے موصلِ برق قالب پر لپیٹا جائے یا ایک موصل نلی کے اندر ملفوف ہو، جو بچھے کے ساتھ حرکت کرے، تو قالب یا نلی چونکہ مقناطیسی خطوط قوت کو قطع کرتی ہے، اس کے اندر برقی رووں کا امالہ ہوتا ہے اور یہ رَوئیں بچھے کی حرکت کے مانع ہوتی ہیں۔

ایسی قسم کے رو پیما کا بچھا جس زاویہ تک اس کو اس کی رو کی مناسبت سے منصرف ہونا چاہیے بآہستگی منصرف ہوکر فوراً ساکن ہوجاتا ہے۔ واضح ہو کہ زاویہ انصراف پر اِن امالی رووں کا اثر کچھ نہیں ہوتا، اس لئے کہ بمجرد اس کے کہ بچھے کی حرکت موقوف ہو جاتی ہے یہ امالی روئیں بھی صفر ہو جاتی ہیں۔

معلق بچھے والے رو پیما کے اہتزازوں کو قسر کرنے کا طریقہ عمل۔ اگر بچھا موصل قالب پر چڑھا ہوا نہ ہو اور اس کو صفر انصراف کی وضع میں ساکن کرنا مقصود ہو تو اس کے اہتزاز رو پیما کا دَور قصر کرکے (یا جیسا کہ انگریزی اصطلاح کی ترکیب ہے رو پیما کو "قصر دَور" کرکے) روکدیئے جاسکتے ہیں۔ اِس کا طریقہ یہ ہے کہ رو پیما کے

سرے ایک کھٹکھٹانے کی کنجی سے ملا دیئے جاتے ہیں۔ کنجی دورانِ تجربہ کھلی چھوڑ دی جاتی ہے لیکن جب رَو پیما کو صفر وضع میں ساکن کرنا مقصود ہوتا ہے کنجی دبا دی جاتی ہے۔ پچھا اہتزاز کرتے ہوئے مقناطیسی میدان کے خطوطِ قوت کو قطع کرنے سے جو امالی م، ب پچھے میں پیدا ہوتا ہے، دور مکمل ہونے کی وجہ سے اب پچھے پر سے برقی رَو کو جاری کرسکتا ہے۔ یہ امالی رَو پچھے کی حرکت کے مانع ہوتی ہے اور پچھا فوراً ٹھہر جاتا ہے۔ کنجی صرف اسی وقت دبانی چاہئے جبکہ پچھا تقریباً اپنی صفر وضع میں آتا ہو۔ ورنہ اس کو اس وضع میں لانے کے لئے بہت وقت رائیگاں جائیگا۔ رَو پیما کا دوسرا انصراف معلوم کرنے تک پچھا صفر وضع میں ساکن اور کھٹکھٹانے کی کنجی کھلی رہنی چاہئیے۔

پوسٹ آفس کی بکس جب استعمال کی جاتی ہے تو عموماً رَو پیما ہی کی کنجی کو دبانا کافی ہوتا ہے، کوئی مزید کھٹکھٹانے کی کنجی کی ضرورت نہیں۔

فصل (۴) ام پیما اور اولٹ پیما

ام پیما

ایسے رَو پیما کو ام پیما کہتے ہیں جسکی درجہ بندی اس طریقہ پر ہوتی ہے کہ اس پر سے بہنے والی رَو کی قیمت امپیروں اور امپیر کی کسروں میں، ایک نمائندے کے ذریعہ جو درجہ دار پیمانہ پر حرکت کرتا ہے، راست پڑھ لی جاسکتی ہے

بڑی روؤں کی پیمائش کے لئے ام پیما کے ساتھ ایک شنٹ شریک کردیا جاتا ہے، تاکہ مجموعی رَو کی صرف ایک کسر اس کے پچھے پر سے بہے۔ شنٹ کی قیمت اس انداز پر ٹھیک کی جاتی ہے کہ جن بڑی روؤں کی پیمائش مقصود ہے وہ نمائندہ کو مناسب زاویہ میں منصرف کرتی ہیں۔ ضعفی سعتوں کے ام پیما کے ساتھ متعدد شنٹ مہیا کئے جاتے ہیں تاکہ رَو کی مختلف کسریں اس کے پچھے پر سے بہیں۔

مندرجہ ذیل مثال سے معلوم ہوسکتا ہے کہ دی ہوئی حساسیت کے کسی بھی قسم کے رَو پیما کو معینہ سعت نشانات کے ام پیما میں تبدیل کرنے کے لئے شنٹ کی حسابی تخمین کا کیا طریقہ ہے:۔

[فرض کرو ایک رَو پیما کے پچھے پر سے، جس کی مزاحمت ۱۵ اوم ہے، جب ۰٫۰۰۲ امپیر کی رَو بہتی ہے تو رَو پیما کی سوئی کا پورا انصراف وقوع میں آتا ہے۔ اگر اس رَو پیما کو بطور ایک ام پیما کے استعمال کرنا مقصود ہو جو ۵ امپیر تک کی رَو ناپ سکے تو اس کے ساتھ ایسا شنٹ مہیا ہونا چاہیئے جو پورے ۵ اوم کی رَو میں سے پچھے پر سے صرف ۰٫۰۰۲ امپیر کو بہنے دے۔ بس جب ایسا شنٹ استعمال ہوگا تو ۵ امپیر کی مجموعی رَو کے بہنے سے رَو پیما کا پورا انصراف وقوع میں آئیگا۔

اس شنٹ (ش) کی قیمت یوں دریافت کی جاسکتی ہے:۔

$$\frac{\text{پچھے پر سے بہنے والی رو}}{\text{مجموعی رو}} = \frac{\text{شنٹ کی مزاحمت}}{\text{شنٹ کی مزاحمت + پچھے کی مزاحمت}}$$

یعنے
$$\frac{۰٫۰۰۲}{۵} = \frac{ش}{ش + ۱۵}$$

جس سے
$$ش = \frac{۰٫۰۰۳}{۴٫۹۹۸}$$

یعنے ش = ۰٫۰۰۰۶ ادم تقریباً

اسی طرح پر کسی بھی سعت کی رَو کے لئے رَو پیما کے شنٹ کی تخمین ہوسکتی ہے۔

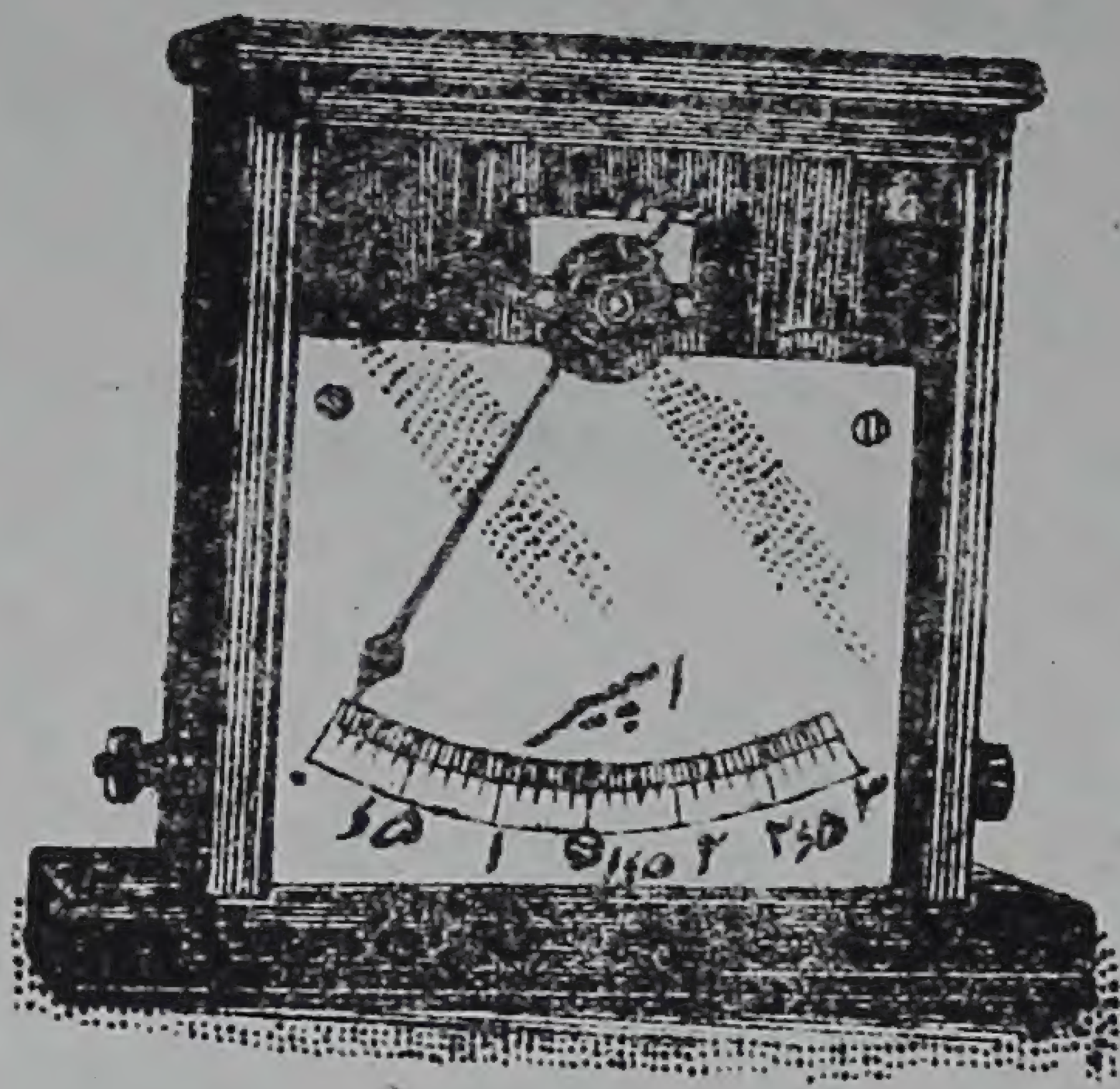
عام طور پر پہلے شنٹ کی تقریبی حسابی تخمین ہوتی ہے، اور اس کو رَو پیما سے لگا دینے کے بعد گھٹا بڑھا کر اس انداز پر لایا جاتا ہے کہ ام پیما پر سے جب ایک معلوم رَو بہائی جاتی ہے تو اس کا انصراف ٹھیک وہی ہوتا ہے جو اس رَو کے لئے ہونا چاہیئے۔]

جاذبِ آہن ام پیما۔ سرسری کاموں کے لئے

جاذب آہن ام پیما بکثرت استعمال ہوتے ہیں۔ ان آلات میں برقی رَو ایک لچھے پر سے گزرتی ہے جس کی وجہ سے لچھا نرم لوہے کے ایک ٹکڑے کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ اس کشش یا جذب کی قوت لچھے پر سے بہنے والی رَو کے تابع ہوتی ہے۔ لوہا ایک نمائندے سے لگا ہوا ہوتا ہے جو لوہے کی حرکت کے ساتھ ایک درجہ دار پیمانہ کے سامنے حرکت کرتا ہے۔ سارا متحرک نظام نازک فولادی کھونٹیوں یا کیلوں پر گھومتا ہے۔ اور اس کی حرکت پر توازن قائم رکھنے والے ایک باٹ اور بال کمانی اس طرح روک تھام رکھتے ہیں کہ نمائندہ ہمیشہ ایک ہی رَو کے لئے ایک ہی نشان پر آکر ٹھہرتا ہے۔ یعنے ہر معینہ رَو کے لئے نمائندہ کا نشان بھی معین ہوتا ہے اور جب رَو بالکل موقوف ہوجاتی ہے تو نمائندہ صفر نشان پر واپس آجاتا ہے۔ ایسے آلہ کے پیمانہ کی درجہ بندی نا مساوی ہوتی ہے اور محض تجربہ ہی کے ذریعہ عمل میں آتی ہے، یعنے آلہ پر سے معلوم برقی روئیں بہائی جاتی ہیں، نمائندہ جس جگہ آکر ٹھہرتا ہے

وہاں رَو کی مناسبت سے نشان کر دیا جاتا ہے۔
جاذب آہن ام پیما نہ صرف راست رَو کی پیمائش کے لئے استعمال ہو سکتا ہے بلکہ اگر لوہا پتلا اور بہت نرم ہو تو اِس سے متبادل رَو کی بھی پیمائش ہو سکتی ہے۔

گرم تار والے ام پیما۔ اس قسم کے آلہ میں برقی رَو جس کی پیمائش مقصود ہے (یا اس کی کسر) ایک باریک تار پر سے بہتی ہے جو دو ثابت سہاروں کے بیچ میں تانا جاتا ہے۔ رَو کے بہنے سے تار گرم ہو کر لمبا ہو جاتا ہے۔ ایک اور تار اس گرم تار کے وسطی نقطہ سے لگا ہوا ہوتا ہے اور ایک پتلے تکلے پر لپیٹا جاتا ہے جس پر ایک نمائندہ نصب ہوتا ہے۔ ایک بال کمانی تکلے کو حسبِ ضرورت پھرا کر اس دوسرے تار کو خوب تنا ہوا رکھتی ہے۔
جب گرم تار کا طول بڑھ جاتا ہے دوسرا تار اس کے وسطی نقطہ کو بازو کی طرف کھینچتا ہے یہاں تک کہ گرم تار بیچ میں سے ٹیڑھا ہو کر پہلے کی طرح تناؤ کی حالت میں آجاتا ہے۔ تکلے کے پھرنے سے اس کا نمائندہ مناسب زاویہ میں گھومتا ہے اور اس طرح پیمانہ پر ساری حرکت کا اظہار ہوتا ہے۔
گرم تار کے ام پیما راست اور متبادل دونوں قسم کی رَوؤں کی پیمائش میں کام آتے ہیں۔ ان کے پیمانوں کی درجہ بندی بھی نا مساوی ہوتی ہے۔ بڑی رَوؤں کے نشان دُور دُور ہٹے ہوئے ہوتے ہیں اور چھوٹی رَوؤں کے نشان ایک دوسرے سے قریب۔
متحرک کچھے والے ام پیما۔ اس کی بناوٹ

بعینہ معلق پچھے والے رَو پیما کی سی ہوتی ہے' فرق محض
پچھے کی تعلیق میں ہوتا ہے۔ پچھا عموماً کھونٹیوں یا کیلوں کے
سہارے قائم ہوتا ہے' اور اس کی حرکت ایک یا دو بال کمانیوں
کے تابع رہتی ہے۔ معہذا یہ کمانیاں برقی رَو کو پچھے تک
پہنچاتی اور اس کے باہر لیجاتی ہیں۔

شکل (۹۱)
متحرک پچھے والا ام پیما

مقناطیس کے قطبین کی سطح کو مقعر بنا کر قطبین کے
بیچ میں ان کے ہم محور نرم لوہے کا اسطوانی قلب استعمال
کرنے سے پچھے کا انحراف برقی رَو کے متناسب بنادیا جاسکتا
ہے' بدیں وجہ ام پیما کے پیمانہ کی تقریباً مساوی طول کے
درجوں میں تقسیم ہوتی ہے' اس لئے کہ پچھے کو میدان کے
صرف اسی حصہ میں حرکت کرنے دیا جاتا ہے جہاں کہ خطوطِ
قوت قطر کے متوازی رہیں۔ اس قسم کے ام پیما کو برقی
دور میں شامل کرتے وقت احتیاط کرنی چاہئے کہ اس پر سے

رَو صحیح سمت میں گزرے۔ اس کو صرف راست روؤں کے ساتھ استعمال کر سکتے ہیں۔

اچھے ام پیما کے لئے دو باتیں ضروری ہیں:۔ (۱) صحت، (۲) قلت مزاحمت۔ ام پیما کی مزاحمت قلیل ہونی چاہئیے تاکہ اس کو برقی دَور میں شامل کرنے سے رَو کی قیمت گھٹ نہ جائے یعنے اس کی وجہ سے دَور میں کوئی مزید مزاحمت شامل نہ ہونے پائے۔

اولٹ پیما

اولٹ پیما ایک آلہ ہے جس کو برقی دَور کے کوئی سے دو نقطوں کے ساتھ ملانے سے ان نقطوں کا درمیانی تفادتِ قوۃ راست معلوم ہو جاتا ہے۔ دورانِ عمل خود اولٹ پیما پر سے رَو نہ بہنی چاہئیے ورنہ جن نقطوں کے ساتھ اس کو ملایا جاتا ہے ان کا ت، ق گھٹ جائیگا۔

یہ شرط صرف برقی سکونی اولٹ پیماؤں میں پوری ہوتی ہے۔ معمولی اولٹ پیما درحقیقت بڑی مزاحمت والے رَو پیما ہیں۔ جن میں اس شرط کی محض تقریبی تکمیل ہوتی ہے۔ عموماً یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ اولٹ پیما پر سے جو رَو بہتی ہے ناقابل لحاظ مقدار ہے۔ اولٹ پیما کی مزاحمت جسقدر بڑی ہوگی اسیقدر صحت کے ساتھ اولٹ پیما اس تفادتِ قوۃ کا اظہار کریگا جو دئے ہوئے دو نقطوں کے مابین جن کے ساتھ وہ ملایا جاتا ہے ابتداً موجود تھا۔ آگے چلکر اس بارہ میں جو مثال دی جاتی ہے ملاحظہ کیجائے۔

کسی قسم کا رَو پیما جس کو بطور ام پیما استعمال کرسکتے ہیں اولٹ پیما کا کام دے سکتا ہے۔ فرق صرف یہی ہے کہ رَو پیما کو جب ام پیما بنانا ہوتا ہے تو اس کو چھوٹی مزاحمت کے ذریعہ شنٹ کیا جاتا ہے اور جب اولٹ پیما بنانا ہوتا ہے تو اس کے ساتھ ایک بہت بڑی مزاحمت ہمسلسلہ جوڑی جاتی ہے۔

متحرک لچھے والا اولٹ پیما۔ عام قسم کے اولٹ پیما کی بناوٹ متحرک لچھے والے ام پیما کی طرح (جس کا قبل ازیں ذکر آچکا ہے) متحرک لچھے والے رَو پیما کے متشابہ ہے۔ لیکن اولٹ پیما کے ساتھ ایک مزید لچھا ہمسلسلہ شامل ہوتا ہے جس کی مزاحمت کسی معینہ سعت کے لئے اس طرح حساب کیجا سکتی ہے:-

فرض کرو متحرک لچھے والے رَو پیما پر سے اگر ۰٫۰۰۲ امپیر رَو بہتی ہے تو وہ پورا منحرف ہوتا ہے اور اس کی مزاحمت ۱۵ اوم ہے۔ اس کو ۵ اولٹ کی سعت کے اولٹ پیما میں تبدیل کرنے کے لئے (یعنے ایسا اولٹ پیما بنانے کے لئے جو ۵ اولٹ تک کا تفاوت قوہ ناپ سکے) اس کے لچھے کے ساتھ ز مزاحمت کا ایک اور لچھا ہمسلسلہ ملانا پڑتا ہے۔ ز کی قیمت ایسی ہونی چاہیئے کہ جب اولٹ پیما کے سروں کے درمیان تفاوتِ قوہ ۵ اولٹ ہو امپیر سے ۰٫۰۰۲ امپیر کی رَو بہے۔ پس

$$\frac{۵}{۱۵ + ز} = ۰٫۰۰۲$$

یعنے ز = ۲۴۹۸۵ اوم

اگر رَو پیما کے ساتھ اس قیمت کی مزاحمت ہمسلسلہ ملائی جائے تو دونوں ملکر صفر سے ۵ اولٹ سعت کا اولٹ پیما تیار ہوجائیگا۔

اسی طرح کسی اور سعت کے لئے جس مزاحمت کی ضرورت ہو

اس کی حسابی تخمین ہو سکتی ہے۔

متحرک پچھے والے اولٹ پیما صرف راست روؤں کے ساتھ استعمال ہو سکتے ہیں۔

اسی طریقہ پر گرم تار کے اولٹ پیما بھی بنائے جا سکتے ہیں، ان کا حرکت کرنے والا نظام گرم تار کے ام پیما کے نظام کے مشابہ ہوتا ہے۔

یہ جاننا بہت ضروری ہے کہ اگر اولٹ پیما کی درجہ بندی صحیح ہوئی ہے تو اس پر جو نشان پڑے ہوئے جاتے ہیں خود اسی کے سروں کے تفاوتِ قوّہ ہیں۔

اولٹ پیما کی محدود مزاحمت کا اثر۔ مندرجہ ذیل مثال سے اس کی توضیح ہوتی ہے :-

۲ اولٹ محرکہ برق والے خانہ کی اندرونی مزاحمت ۲۰ ادم ہے۔ اسکے قطب ایک اولٹ پیما کے سروں سے جوڑ دیئے جاتے ہیں۔ اگر اولٹ پیما کی مزاحمت بالترتیب (ا) ۲۰، (ب) ۲۰۰، (ج) ۲۰۰۰ ادم ہو تو دریافت کرو ان صورتوں میں اولٹ پیما پر کیا تفاوتِ قوہ مشاہدہ ہونگے۔

اگر خانہ کا محرکہ م اور اولٹ پیما کے سروں کے مابین تفاوت قوہ ت فرض کیا جائے اور اندرونی مزاحمت خ اور بیرونی مزاحمت ز ہو تو ازروئے کلیہ ادم

$$ت = ز \left(\frac{م}{ز + خ} \right)$$

اس مثال میں ز اولٹ پیما کی مزاحمت ہے۔ پس

(ا) ت = ۲ $\frac{۲۰}{۲۰ + ۲۰}$ = ۱ اولٹ

(ب) ت = ۲ $\frac{۲۰۰}{۲۰۰ + ۲۰}$ = ۱٫۸۲ اولٹ

(ج) ت = ۲ $\frac{۲۰۰۰}{۲۰۰۰ + ۲۰}$ = ۱٫۹۸ اولٹ

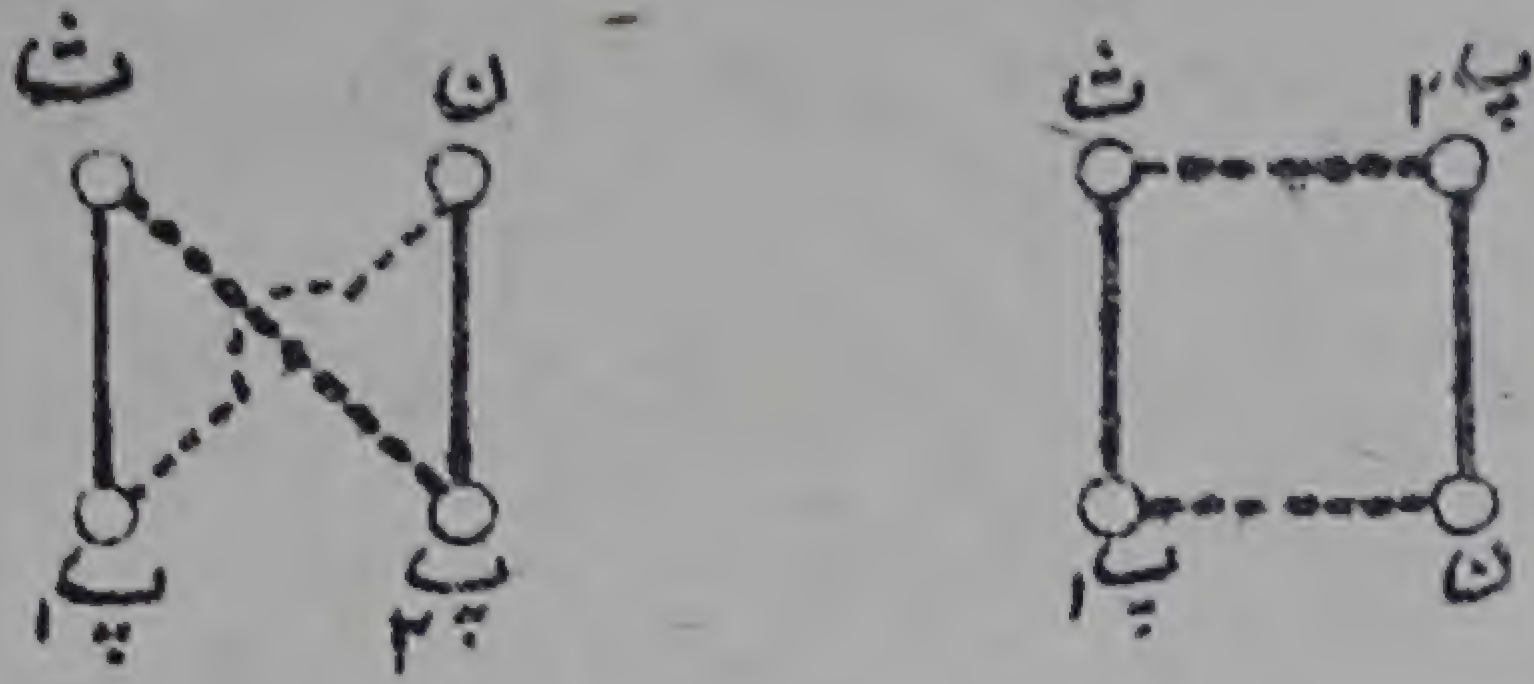
اولٹ پیماؤں پر مندرجہ بالا تفاوت قوہ مشاہدہ ہونگے۔ جس سے ظاہر ہے کہ صورت (ا)، (ب) اور (ج) میں بالترتیب ۵۰، ۱۰، اور ۱ فی صد خطائیں واقع ہونگی۔

۲۰۰۰ ادم سے زائد مزاحمت والے رو پیما استعمال ہوں تو خطا اور بھی زیادہ گھٹ جائیگی۔

ساتھ ہی یہ بھی واضح ہے کہ خانہ کی مزاحمت میں کمی ہونے سے اولٹ پیما کے مظہرہ تفاوت قوہ کی صحت میں اضافہ ہوتا ہے۔ سستے اولٹ پیماؤں کی مزاحمت بالعموم کسیقدر کم ہوتی ہے۔ ان پر صرف انہی صورتوں میں اعتماد ہوسکتا ہے جبکہ ان کے سرے جن نقطوں سے ملائے جاتے ہیں ان کے بیچ کے موصلوں کی مزاحمتیں نہایت قلیل ہوں۔

فصل (۵) منقلب

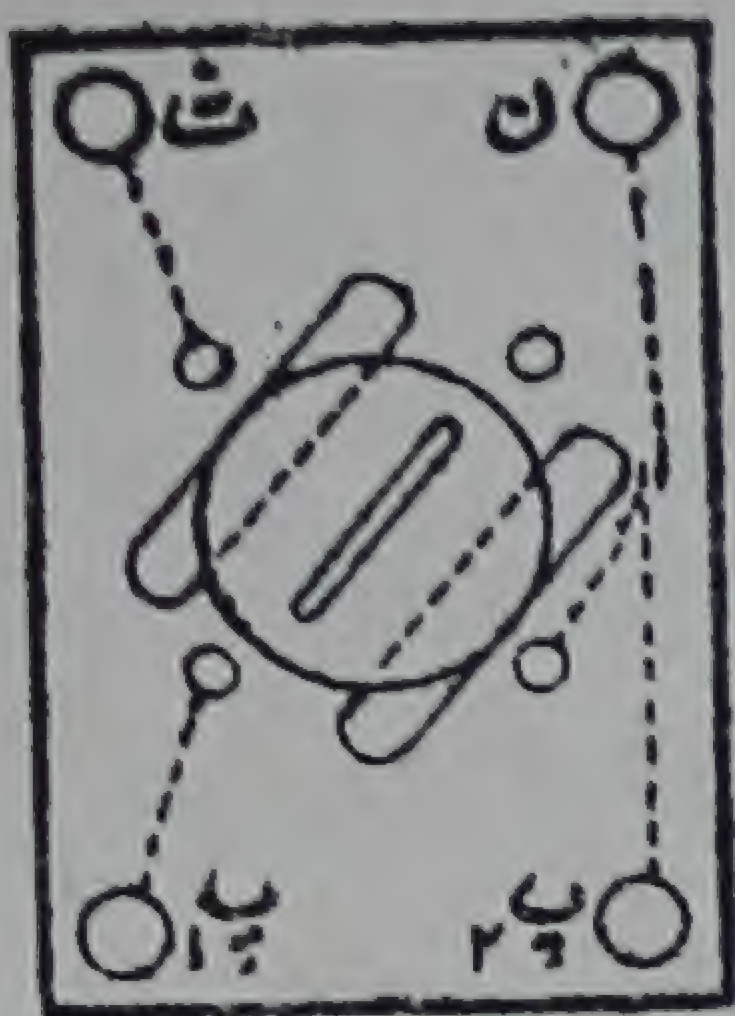
منقلب اس آلہ کو کہتے ہیں جس کے ذریعہ برقی دور کے کسی مخصوص حصہ میں (عموماً رو پیما میں)، دور کی تکمیل کرنے والے تاروں کو کھولے بغیر، رو کی سمت الٹ دیجاتی ہے۔ منقلب کے کم از کم چار سرے ہونے چاہئیں۔ ان میں سے دو سرے اس آلہ کے ساتھ ملا دئے جاتے ہیں جس پر سے رو کی سمت کو الٹ دینا مقصود ہے، اور

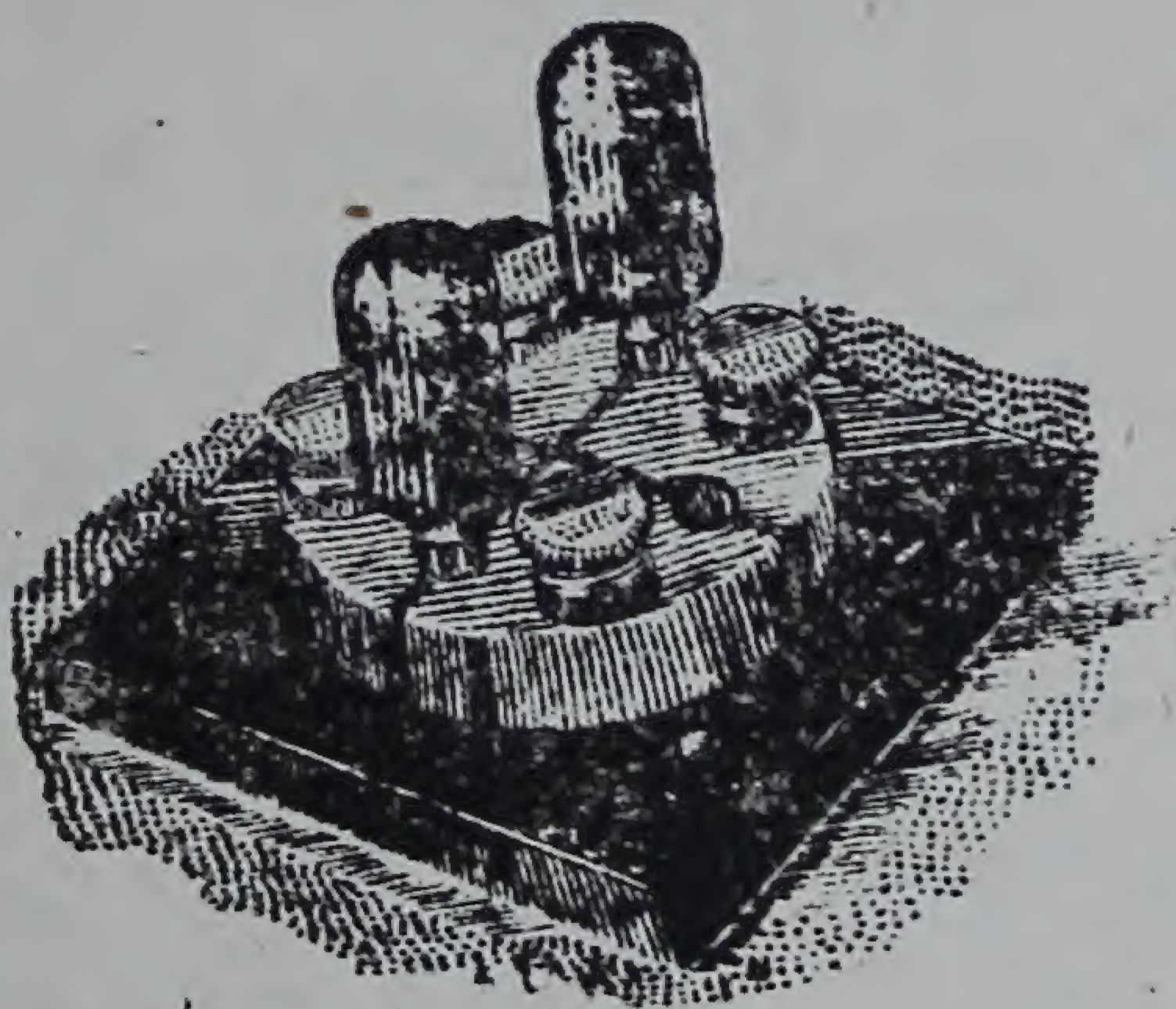
بقیہ دو مبداء رو کے ساتھ - اس ترتیب میں دقت صرف یہ
معلوم کرنے میں ہوتی ہے کہ کون کون سے دو سروں کو جوڑ
بنانا چاہیئے - منقلب دو قسم کے ہو سکتے ہیں (۱) متوازی

شکل (۹۲)
متوازی اور وتر کی قسم کے منقلب

قسم کے اور (۲) وتر کی قسم کے - دیکھو شکل (۹۲)
پہلی قسم کے منقلب میں مورچے کے سرے پ۱ اور
ن کو ملانے والا خط آلہ (یعنے رو پیما) کے سروں کو ملانے والے
خط کے متوازی ہوتا ہے - دوسری قسم میں مورچہ کے
سرے وتر کے سروں کی طرح ایک دوسرے کے مقابل
ہوتے ہیں - دونوں قسم کے منقلبوں کی پہلی وضعیں مسلسل
خطوط کے ذریعہ بتائی گئی ہیں، اور ان کی دوسری وضعیں
نقطہ دار خطوط کے ذریعہ - وضع اول میں سرا پ۱ مثبت
بنتا ہے اور پ۲ منفی - وضع دوم میں پ۲ مثبت
بنتا ہے اور پ۱ منفی - شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا
کہ وتر کے جوڑ صرف پہلی قسم کے منقلب میں ملائے
جاتے ہیں، دوسری قسم میں نہیں -
کسی بھی قسم کے منقلب کو شامل دور کرنے کے لئے

یہ طریقہ اختیار کیا جاسکتا ہے:-
منقلب کے ایک سرے پر علامت ٹ چسپاں کردو۔ منقلب کے متحرک حصہ کی ایک وضع میں ٹ کے ساتھ جو سرا ملجاتا ہے اس پر علامت پ۱ لگادو۔ پھر سوئچ پھیر کر منقلب کی وضع "الٹ دو"۔ ٹ کے ساتھ اب جو سرا ملجائیگا اس پر علامت پ۲ لگادو۔
دیکھو ٹ کی پہلی وضع میں پ۲ کس سرے کیساتھ ملتا ہے۔ اس سرے کو ن قرار دو۔ عموماً یہ معلوم ہوجائیگا کہ جب ٹ سرا پ۲ کے ساتھ ملتا ہے تو ن سرا ساتھ ہی پ۱ کے ساتھ ملجاتا ہے۔ ٹ اور ن کو موٹر کے سرے بنانا چاہئیے اور پ۱ اور پ۲ کو رد بیا کے سرے۔
منقلب اگر صرف ۴ سروں سے مہیا ہے تو ٹ پ۱ اور پ۲ کے دریافت ہوجانے کے بعد چوتھا سرا جو بچ رہتا ہے یقیناً ن ہے۔
اگر کبھی ایسا ہو کہ ٹ سرا جب پ۱ سے ملایا جائے ن سرا پ۲ کے ساتھ نہیں ملتا ہے' یا اس کے بر خلاف جب ن سرا پ۲ سے ملتا ہے تو ٹ سرا پ۱ سے نہیں ملتا' تو اس سے ظاہر ہے کہ ٹ کے لئے غلط سرے کا انتخاب ہوا ہے۔ پس دوسرے سرے کو ٹ قرار دیکر پھر سے تحقیقات کی جائے۔ بہت کم منقلبوں میں یہ بات پائی جائیگی۔ پ۱ اور پ۲ سروں کے جوڑ ہمیشہ ٹ اور ن سروں کے جوڑ کے ساتھ باہمدیگر تبدیل ہوسکتے ہیں۔
یہ طریقہ ڈاٹ والے منقلب کے ساتھ

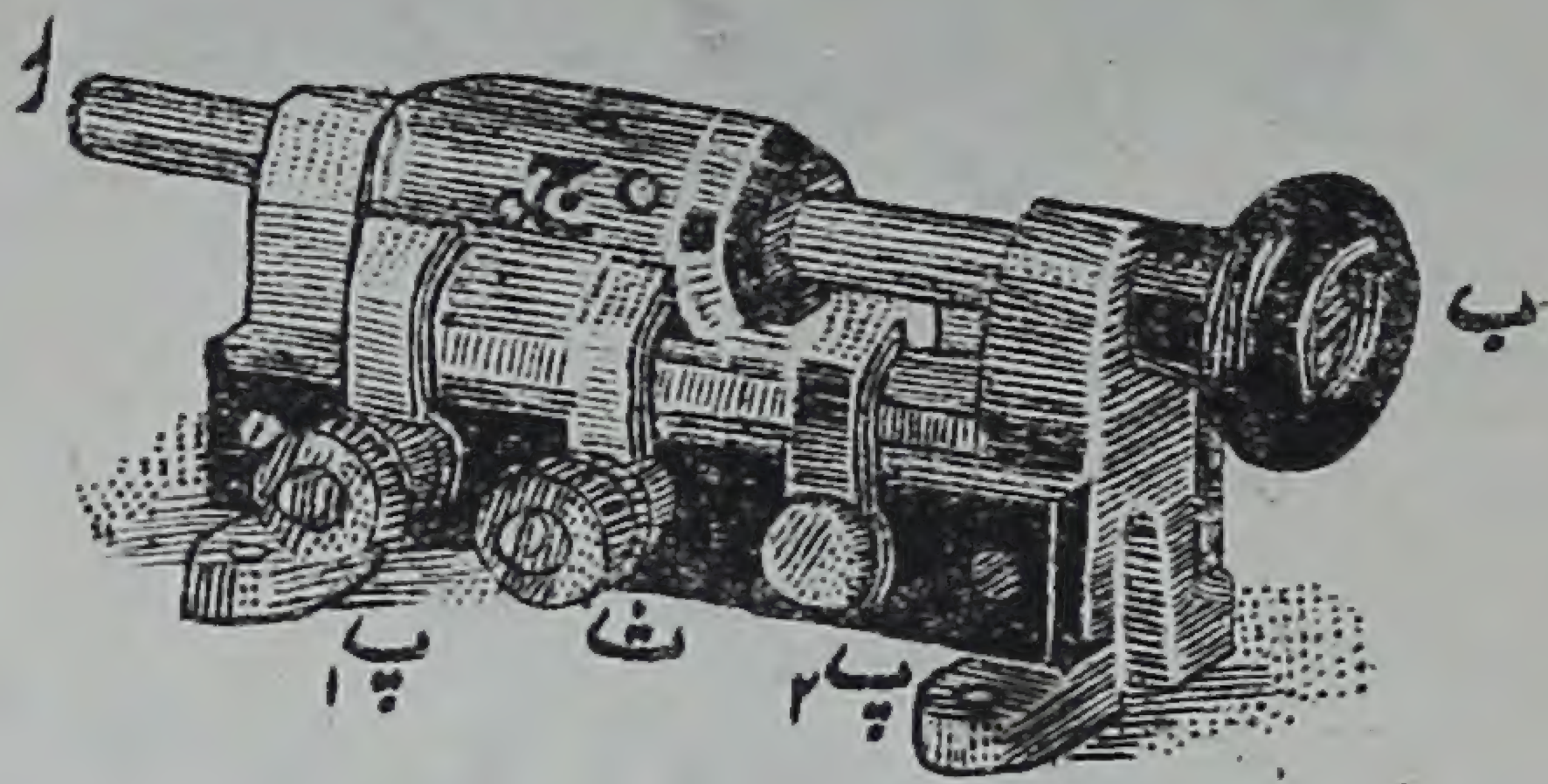
موزوں نہیں -

شکل (۹۳) سے شکل (۹۶) تک چار قسم کے منقلب بتلائے گئے ہیں -

شکل (۹۳) والا منقلب ویٹسٹون معمل طبیعیات (کنگز کالج لنڈن) میں خصوصیت کے ساتھ استعمال ہوتا ہے - اس کا مرکزی قرص انتصابی محور کے گرد گھوم سکتا ہے، اور اس پر دو فلزی پٹیاں لگی ہوتی ہیں جو چار فلزی کھونٹیوں سے تماس کرتی ہیں -

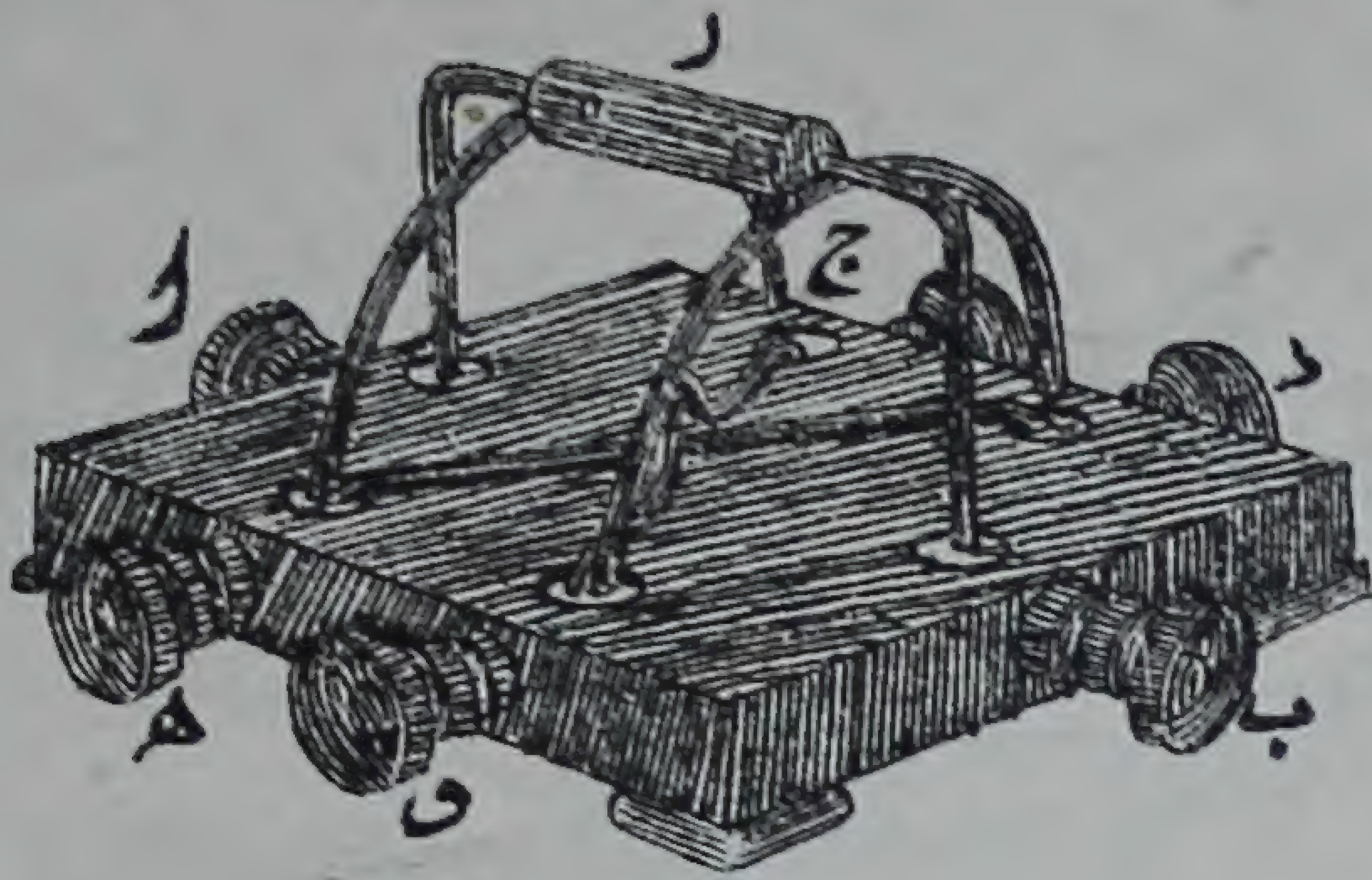
شکل (۹۳)
ویٹسٹون کا منقلب

شکل (۹۴)
دو ڈاٹوں والا سوئچ

شکل (۹۴) میں دو ڈاٹوں والا سوئچ بتایا گیا ہے جو

وتر کی قسم کا منقلب ہے، اس کے وتر والے برے مورچہ
سے ملائے جانے چاہئیں۔ ڈاٹوں کو کبھی بھی متصل کے سوراخوں
میں نہ رکھنا چاہئے۔ وتر کے سروں پہ جو سوراخ واقع ہیں
ہمیشہ انہی میں ان کو رکھا جائے۔

شکل (۹۵) کا منقلب آر۔ ڈبلیو پال کی اختراع ہے۔
اس میں یہ سہولت ہے کہ سلاخ ل ب کو محض اس کے
محور کی سمت میں ڈھکیلنے سے برقی رو کی سمت الٹ دی
جاتی ہے۔ سلاخ پر دو مجوزہ فلزی تختیاں ج جمی ہوئی

شکل (۹۵)
پال والا منقلب

ہوتی ہیں، جو سوئچ کے مقابل پہلوؤں پر کے برشوں سے
تماس کرتی ہیں۔ سلاخ کو ڈھکیل کر تین وضعوں میں رکھنے سے
تین کیفیتیں پیدا ہوتی ہیں۔ جب سلاخ وسطی وضع میں ہوتی
ہے تو برقی دَور کھل جاتا ہے۔ چونکہ برش بہت ہی متورق
ہوتے ہیں اس لئے تماس کی مزاحمت انتہا درجہ قلیل ہے
منقلب کی اب تک جو شکلیں بتائی گئی ہیں ان میں
"مورچہ والے سروں" پر علامتیں ث اور ن ثبت ہیں
اور "رو پیما والے سروں" پہ پ۱ اور پ۲۔ طالب علم کو

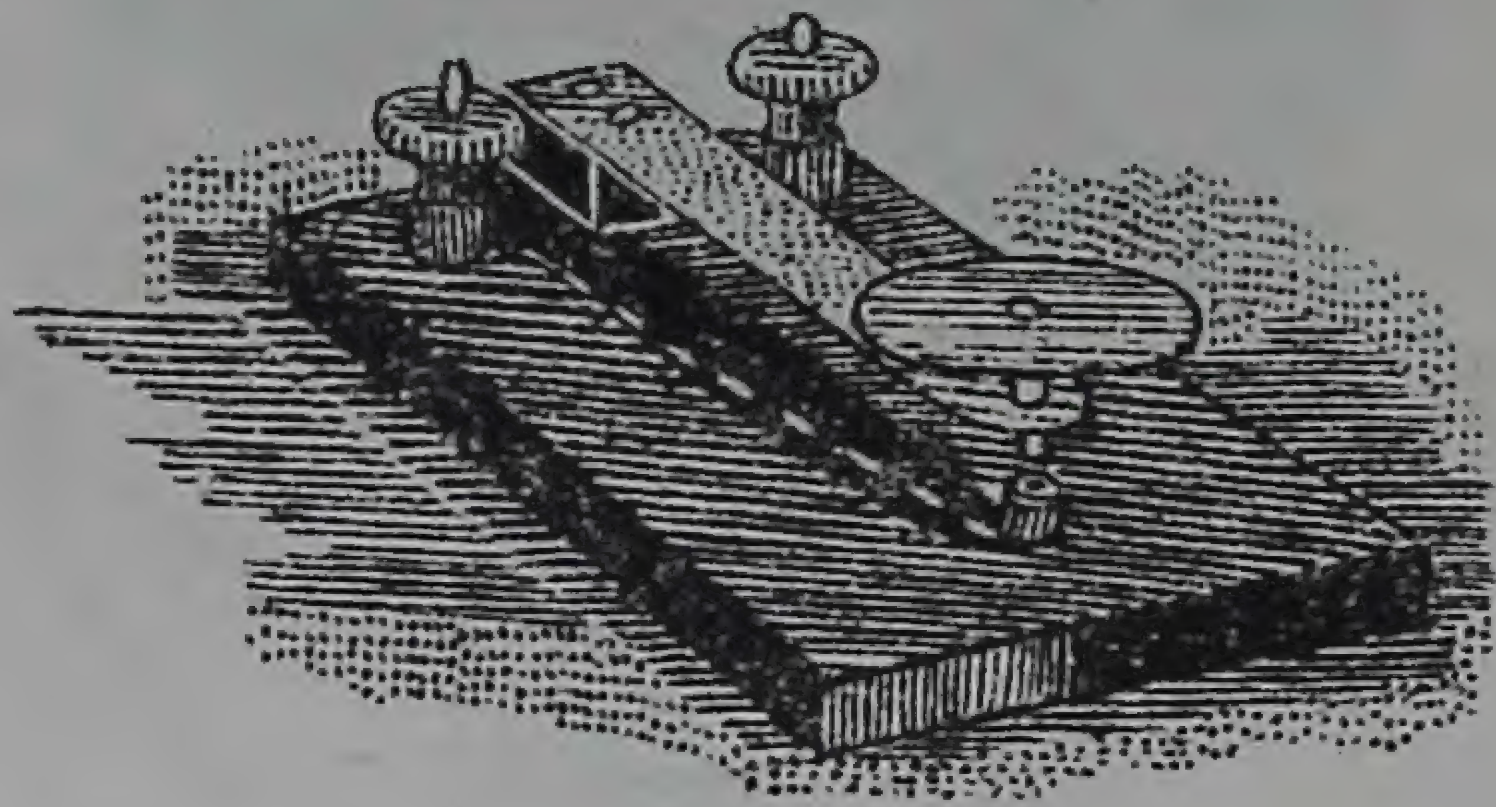
چاہئیے کہ ان میں سے ہر منقلب کے ساتھ امتحان کر کے ان علامتوں کی تصحیح کرلے اور نقشہ بناکر بتائے کہ اِن کے متحرک نظاموں کی مختلف وضعوں میں برقی رو کس طرح بہتی ہے۔ شکل (۹۶) میں پول والے منقلب کی تشریح ہوئی

شکل (۹۶)
پول کا منقلب

ہے۔ ا اور ب مورچہ والے سرے ہیں۔ جب آلہ پر کی برقی کو الٹ دینا مقصود ہو اس کے سرے یا تو ج اور ط کے ساتھ ملا دیئے جاتے ہیں، یا ھ اور ی کے ساتھ۔ اس کے متحرک حصہ کے سرے پارے کے پیالوں میں ڈبوئے جاتے ہیں۔ مبتدیوں کے معمل میں اس کا استعمال مناسب نہیں۔

فصل (۶) کنجیاں اور سوئچ

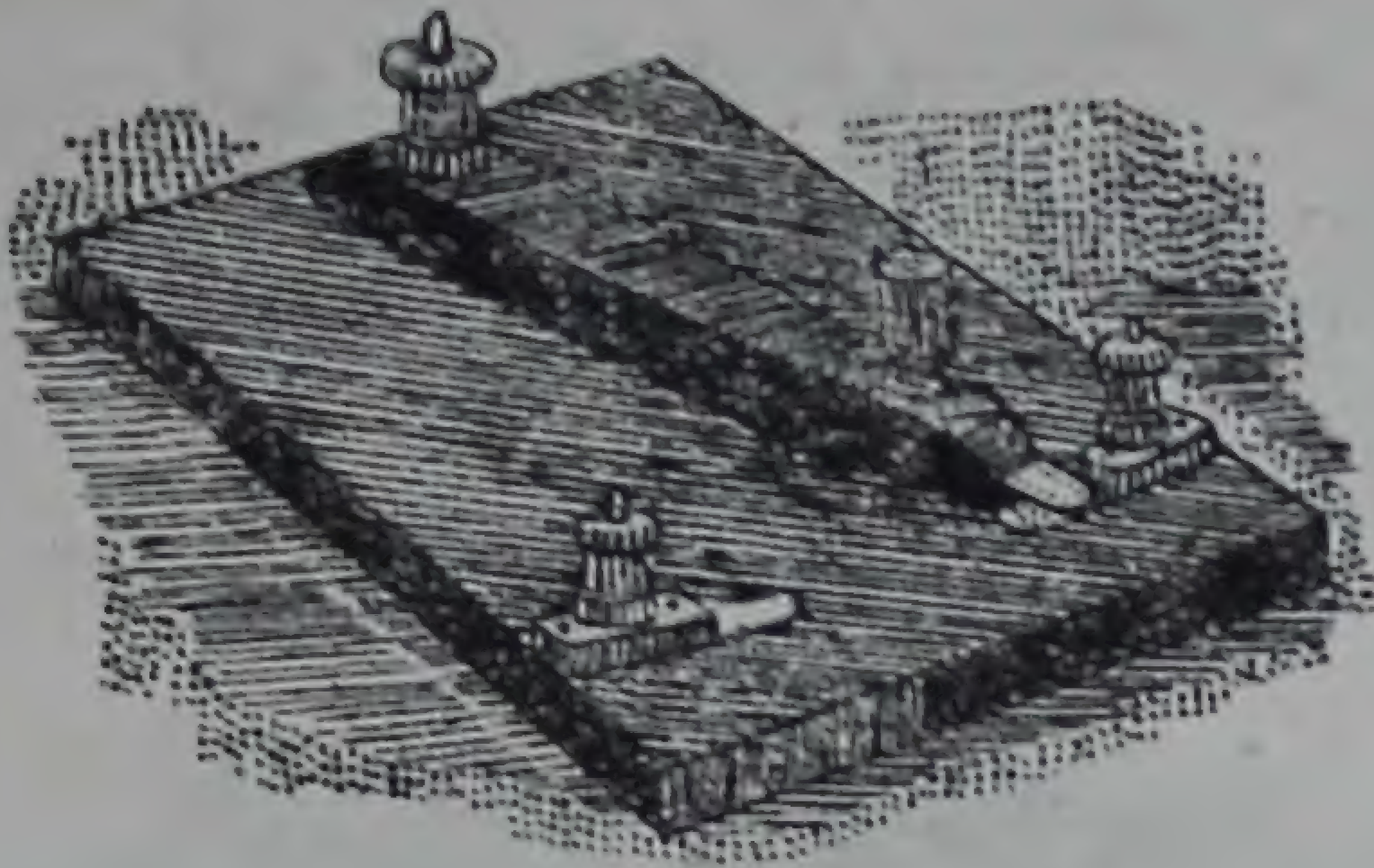
ڈاٹ کنجی۔ جب برقی رو دیر تک جاری رکھنا ہو تو موصلوں میں قلیل مزاحمت کا اچھا جوڑ ملانے کے لئے

اس قسم کی کنجی موزوں ہے۔

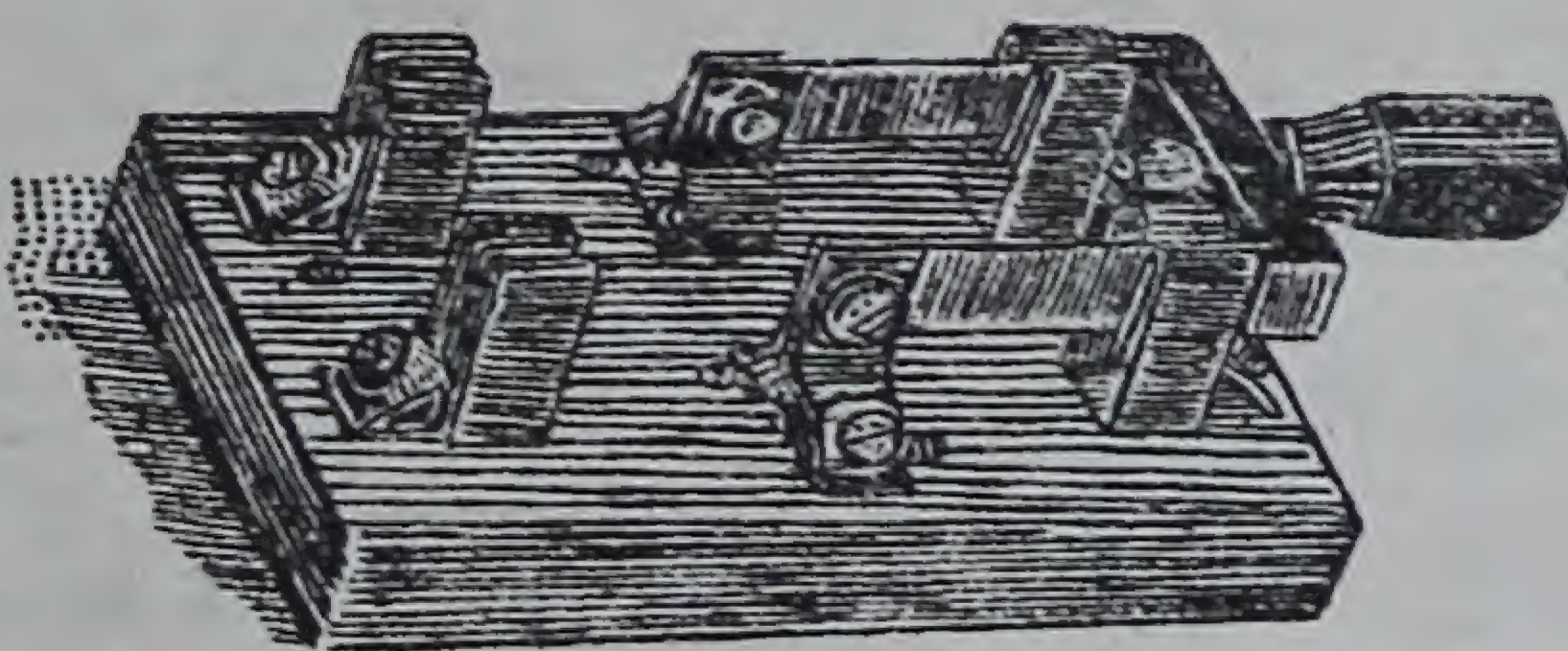
کھٹکھٹا کی کنجی۔ یہ کنجی موصلوں میں صرف اسی وقت تک تماس قائم کر رکھتی ہے جب تک کہ اس کی کمانی پر

شکل (۹۷)
کھٹکھٹانے کی کنجی

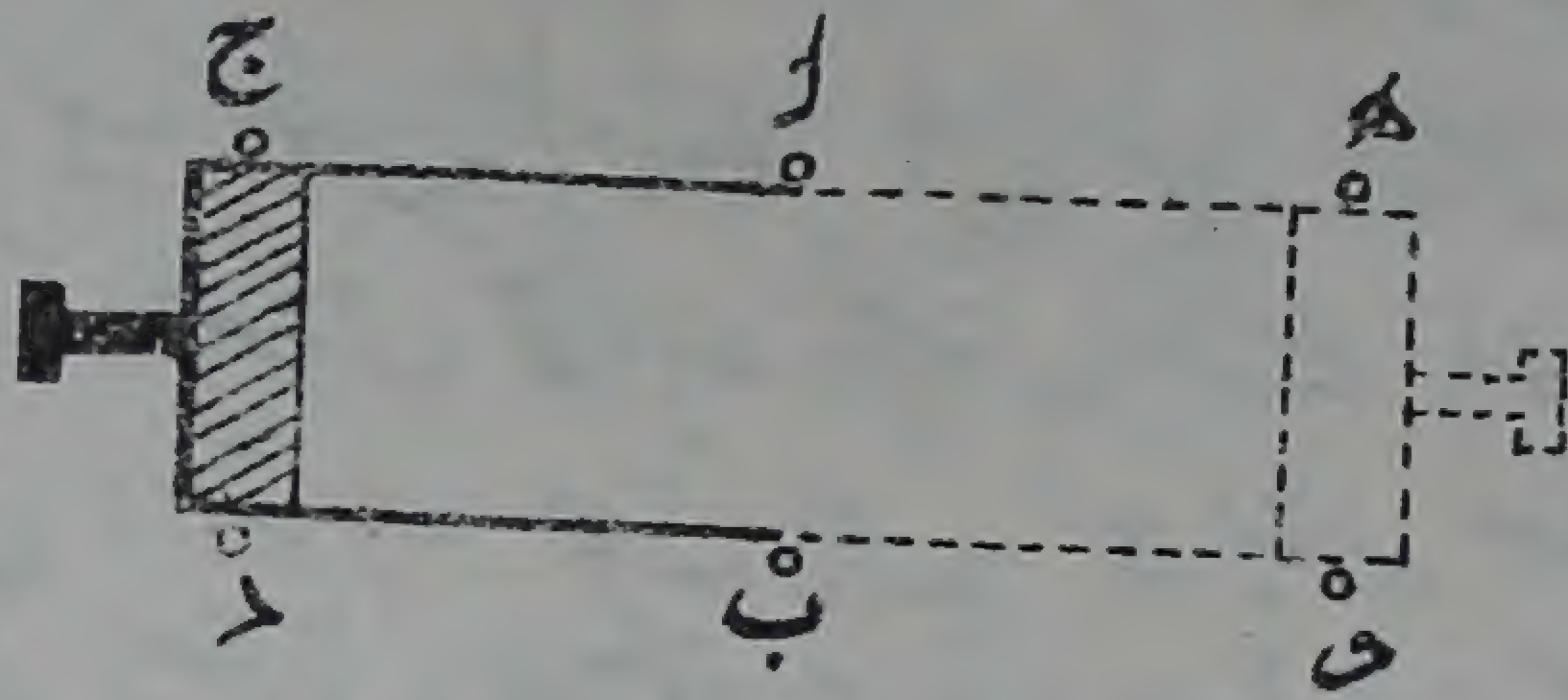
دباؤ پڑتا ہے۔ دباؤ موقوف ہوتے ہی کمانی آپ سے آپ تماس توڑ دیتی ہے۔ اس کا استعمال اس موقعہ پر مناسب ہوتا ہے جبکہ برقی رو کو ذرا ذرا سی دیر کے لئے جاری کرنے کی ضرورت ہوتی ہے، مثلاً معلق پچھے والے رو پیما کے اہتزاز و قسر کرنے میں۔

دو راہی سوئچ۔ یہ سوئچ ایسی صورت میں مفید ہوتا ہے جبکہ برقی رو کو ایک دَور پر سے پھیر کر فوراً دوسرے دَور پر سے بہانا مقصود ہو۔ مثلاً قوۂ پیمائی کے تجربہ میں ملاحظہ ہو شکل (۴۴)۔ فلزی بازو کے ایک سرے میں چول لگا ہوا ہوتا ہے اس کے دوسرے سرے کے پاس ایک چھوٹا سا حاجز دستہ ہوتا ہے۔ دستہ کو پکڑ کر بازو کو پھیرنے

سے دو فلزی میخوں کے ساتھ بالترتیب تماس قائم ہو سکتا ہے۔

شکل (۹۸)
دو راہی سوئچ

بندش باندھنے کا ایک سرا جول کے ساتھ لگا ہوا ہوتا ہے، اور دوسرا ایک ایک سرا ان میخوں کے ساتھ۔

دو وضعی الٹانے کا سوئچ - یہ مفید سوئچ چھ سروں سے مہیا ہوتا ہے۔ شکل (۹۹) اور شکل (۱۰۰) کے معائنہ سے اس کا عمل سمجھ میں آجائیگا۔ شکل (۱۰۰) میں مسلسل خطوط

شکل (۹۹)
دو وضعی الٹانے کا سوئچ

کے ذریعہ اس کی جو وضع بتائی گئی ہے اس میں ا کو ج
کے ساتھ اور ب کو د کے ساتھ ملایا گیا ہے۔ سوئچ کی
دوسری وضع میں ا کے ساتھ ھ ملایا جاتا ہے، اور ب
کے ساتھ ق۔

شکل (۱۰۰)
دو وضعی الٹانے کا سوئچ

واضح ہو کہ جب پول والے منقلب میں سے د
کو ھ کے ساتھ، اور ج کو ق کے ساتھ ملانے والے آڑے
موصل نکال لئے جاتے ہیں تو وہ اس قسم کے سوئچ میں
تبدیل ہو جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۹۶)

فصل (۷) مزاحمتیں اور مقوّم

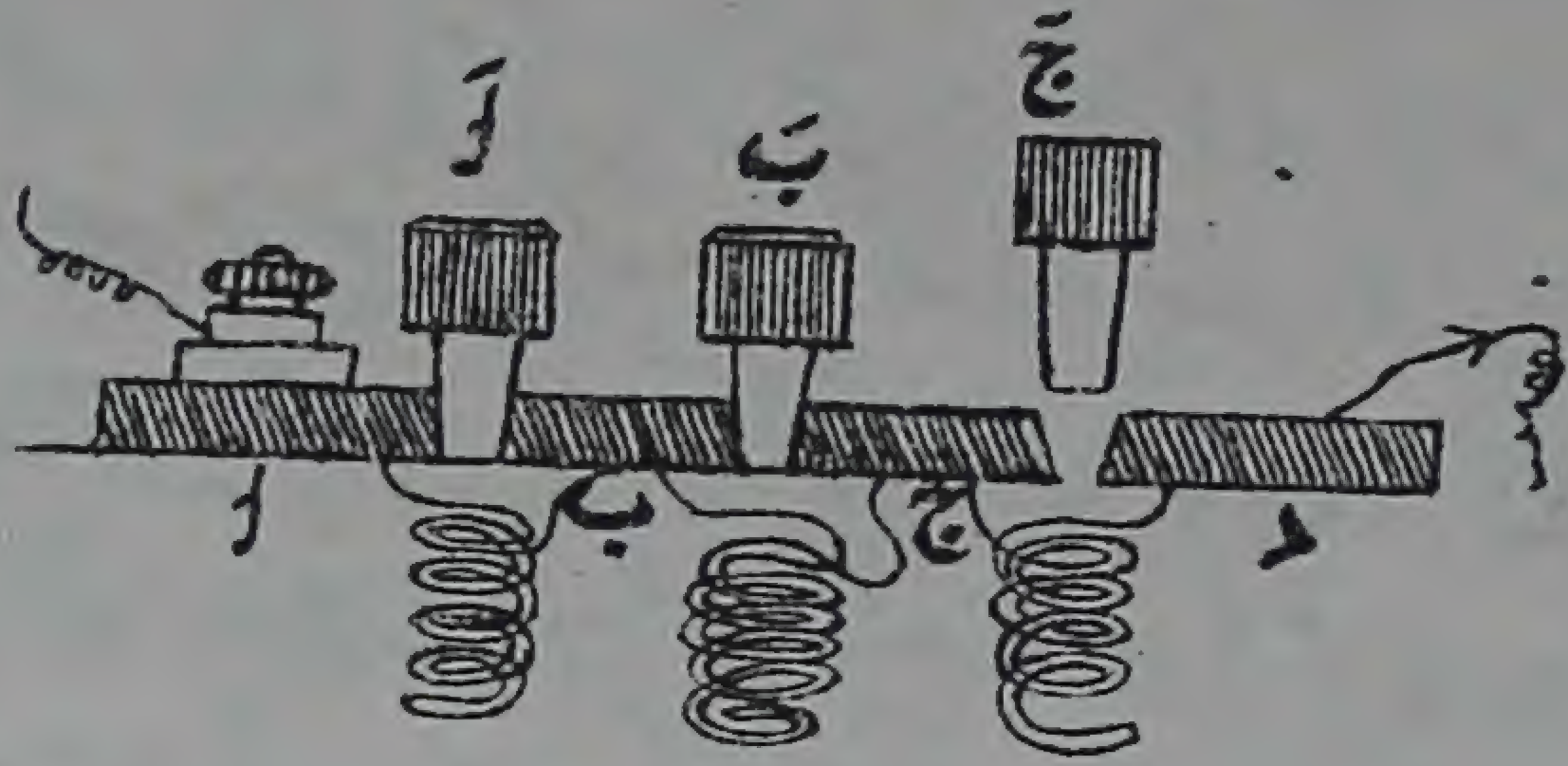
پلاٹینائیڈ یا منگانین کے غیر مجوز تار کا ٹکڑا، مزاحمت
کی سادہ ترین شکل میں، معمل کی ضروریات کے لئے استعمال
ہو سکتا ہے۔ اگر ایک اوم تک کی تغیر پذیر مزاحمت استعمال
ہوتی ہے تو تار نمبر ۲۲ (S.W.G.) کا تقریباً ایک میٹر

لمبا ٹکڑا کام دے سکتا ہے۔ اس کا ایک سرا برقی دور کے کسی مقام پر "ثابت" کر دیا جائے اور اس کے آزاد حصہ کو ایک بند پیچ کے نیچے پھسلایا جائے یہاں تک کہ کافی مزاحمت کا طول دستیاب ہو جائے۔

مزاحمت کے لچھے۔ لکڑی کی چرخیوں پر، جو بند پیچوں سے مہیا ہوں ریشم لپیٹے ہوئے تار کے لچھے تیار کرکے تار کے سروں کو بند پیچوں سے باندھنے سے مفید برقی مزاحمتیں دستیاب ہوتی ہیں، جو بطور معلوم یا غیر معلوم مزاحمتوں کے استعمال ہو سکتی ہیں۔ معیاری لچھوں کی تیاری کا طریقہ تجربہ (۵۵) میں بیان ہوا ہے۔ شکل (۶۱) ایسی ایک مزاحمت کی مثال ہے۔

مزاحمت کی بکسیں۔ معمولی مزاحمت کی بکس میں متعدد لچھے ہوتے ہیں۔ وہ اس اصول پر تیار کئے جاتے ہیں کہ ان کی مزاحمتیں ایک اوم کی ضعفیں ہوں، یا اسکے اعشاری حصے۔ ان کو چھوٹی چھوٹی چرخیوں پر اس طرح لپیٹا جاتا ہے کہ ان کی ذاتی امالیت بحد امکان قلیل ہو۔ لپیٹنے کے بعد ان کو برافینی موم میں خوب بھگویا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو تجربہ (۵۵) شکل (۶۱)۔

ان لچھوں کو ایک صندوقچہ میں بند کرتے ہیں اوپر کی تختی ولکنائیٹ کی ہوتی ہے۔ لچھوں کے سرے اس تختی میں سے باہر لائے جاتے ہیں اور موٹے پیتل کے کندوں سے جو ولکنائیٹ تختی پر لگے ہوئے ہوتے ہیں، ان کو باندھ دیا جاتا ہے۔

کندوں کے مابین شکل (۱۰۱) کی طرح پیتل کی موٹی ڈاٹیں لگادی جاتی ہیں۔ ڈاٹوں کی سطح گھس کر ایسی بنائی جاتی ہے کہ اس کا آدھا حصہ ایک ایک کندے سے چسپیدہ

شکل (۱۰۱)
مزاحمت کی بکس کے لچھے

رہتا ہے۔ اس لئے جب کندوں کے بیچ میں ڈاٹیں بٹھادی جاتی ہیں تو لچھے ایک دوسرے کے ساتھ نہایت ہی قلیل مزاحمت کے واصلوں کے ذریعہ جوڑ دئے جاتے ہیں۔
اگر ڈاٹ آ اس کے متعلقہ سوراخ میں سے نکال لیجائے تو برقی رَو کو کندوں ا اور ب سے ملے ہوئے لچھے پر سے بہنا پڑتا ہے۔ سوراخ کے محاذی اس لچھے کی مزاحمت لکھی ہوئی ہوتی ہے۔ جب ڈاٹ سوراخ میں لگادیجاتی ہے تو بالکل ناقابل لحاظ مزاحمت برقی رَو کے سدِّراہ ہوتی ہے۔ پس جب مزاحمت کی بکس کو برقی دَور میں شامل کرتے ہیں تو جن سوراخوں میں سے ڈاٹیں نکال لیجاتی ہیں ان کے محاذی لکھی ہوئی مزاحمتوں کو جمع کرلینے سے شریکِ دَور مزاحمت کی قیمت معلوم ہوجاتی ہے۔
جب کسی تجربہ میں مزاحمت کی بکس استعمال کیجاتی ہے

تو اس کے سوراخوں میں سے ڈاٹیں نکالتے وقت یا انکے
اندر ڈاٹیں داخل کرتے وقت اِس بات کی احتیاط کرنی چاہئیے
کہ ڈاٹوں کو حسب موقعہ کھینچنے یا دبانے کے علاوہ ان کو
ذراسا پھیرنا بھی چاہیئے - ہر صورت میں خواہ ڈاٹ اندر
داخل کی جاتی ہے یا باہر نکال لیجاتی ہے اس کو دہنی
سمت میں پھیرنا چاہیئے - ورنہ ڈاٹ کا سرا بیچ میں سے
نکل آجائیگا اور ڈاٹ سوراخ ہی میں رہیگی - کسی سوراخ
میں سے ڈاٹ باہر نکالنے کے بعد اس کے دونوں بازوؤں
کی ڈاٹوں کو دوبارہ پھیر کر ان کے متعلقہ سوراخوں میں
مضبوط بٹھا دینا چاہیئے اس لئے کہ جن کندوں کے بیچ
میں سے ڈاٹ باہر نکال لیجاتی ہے وہ کندے سوراخ
کی طرف کسی قدر آگے کو سرک جاتے ہیں اور اس کی وجہ
سے بازوؤں کی ڈاٹیں کسیقدر ڈھیلی ہوجائینگی -

بڑی طاقت کی روؤں کے تجربوں میں مزاحمت کی
بکسیں کبھی نہ استعمال کی جائیں - ورنہ پچھے بہت گرم ہوکر
وہ جل جائینگے،، - طالب علم کو چاہئیے جب تک استاد سے
اجازت نہ ملے ثانوی یا ذخیرہ خانہ کے ساتھ کبھی بکس
استعمال نہ کرے - کسی بھی حالت میں جب بکس کو ایک
ذخیرہ خانہ کے ساتھ استعمال کرنا ہو بکس کی مزاحمت کو
۳۰ اوم سے کم نہ کرنا چاہیئے -

پھسلوان مقوّم - اس میں مزاحمت کا تار ایک
مجوزہ اسطوانہ پر لپیٹا جاتا ہے - مقوّم کے ایک بند پیچ سے
تار کا ایک سِرا باندھ دیا جاتا ہے - اس کا دوسرا بند
پیچ ایک پھسلواں واصل سے لگا ہوا ہوتا ہے جو اسطوانہ

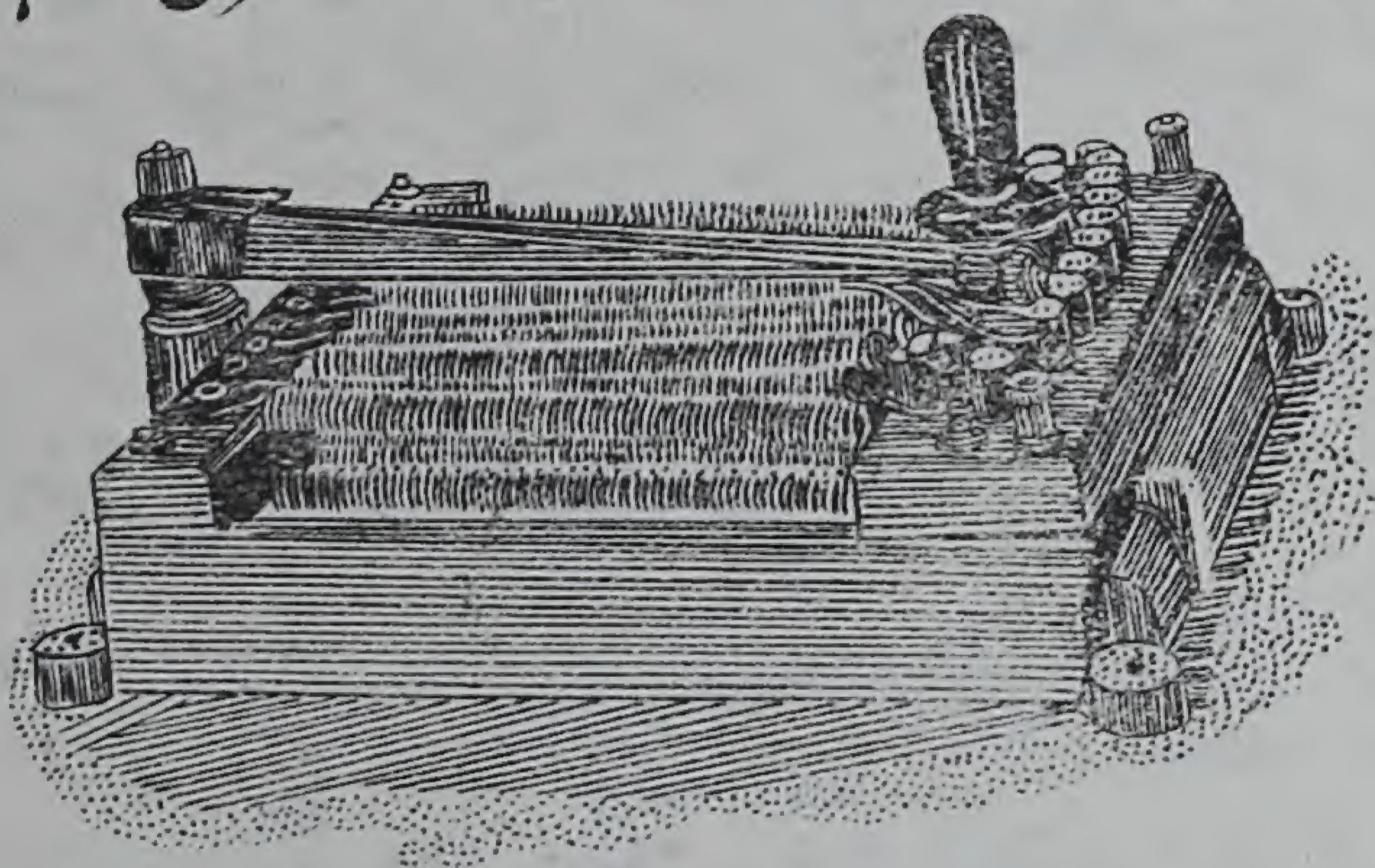
کے محور کے متوازی ایک خط پر حرکت کرتا ہے تا کہ اس خط پر مزاحمت کے تار کے کسی نقطہ سے تماس ہوسکے۔

ویٹسٹون والا مقوّم۔ دو متوازی اسطوانے ایک دوسرے کے بازو اس طرح کھڑے کئے جاتے ہیں کہ ہر دو اپنے محور پر پھر سکیں۔ ایک اسطوانہ پیتل کا ہوتا ہے اور دوسرا لکڑی یا کسی اور حاجز مادّے کا۔ موخر الذکر اسطوانے کی سطح پر پیچوان کی شکل کی ایک نالی تراشی جاتی ہے، جس کی تہ پر کافی لمبا مزاحمت کا تار لپیٹ دیا جاتا ہے۔ تار کا ایک سرا فلزی اسطوانہ سے اس طور پر جوڑ دیا جاتا ہے کہ جب اس اسطوانہ کو پھراتے ہیں تو تار لکڑی کے اسطوانے پر سے کھل جاتا ہے اور فلزی اسطوانہ پر لپیٹا جاتا ہے۔ فلزی اسطوانہ پر تار کے جو چکر لپیٹے جاتے ہیں ان کا دَور قصر ہو جاتا ہے بس صرف اسیقدر مزاحمت دَور میں شامل کی جاتی ہے جو لکڑی کے اسطوانے پر رہتی ہے۔ اس مقوّم میں یہ خوبی ہے کہ اس سے مزاحمت میں مسلسل تغیر تبدل ممکن ہے، یعنے مزاحمت کو تبدیل کرنا ہو تو تجربہ کو روکنے کی ضرورت نہیں۔

کاربن کی مزاحمتیں۔ دو فلزی تختیوں کے بیچ میں کجلائے ہوئے کپڑے کے مدّور ٹکڑوں کا ایک انبار ترتیب دیکر "نٹ" اور پیچ کے ذریعہ تختیوں کو دبانے سے بھی تغیر پذیر مزاحمتیں تیار کی جاسکتی ہیں۔ تختیوں پر کا دباؤ تبدیل کرنے سے انبار کی مزاحمت میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ کاربن کی مزاحمت ایک دوسری شکل میں بھی استعمال

کی جاتی ہے۔ ٹھوس کاربن کی تختیوں کو دو فلزی تختیوں کے بیچ میں رکھ کر "نٹ" اور پیچ کے ذریعہ دباتے ہیں۔ کاربن کی تختیوں کی تعداد، یا اُن کا باہمی دباؤ تبدیل کرنے سے مزاحمت میں تغیر پیدا ہوتا ہے۔

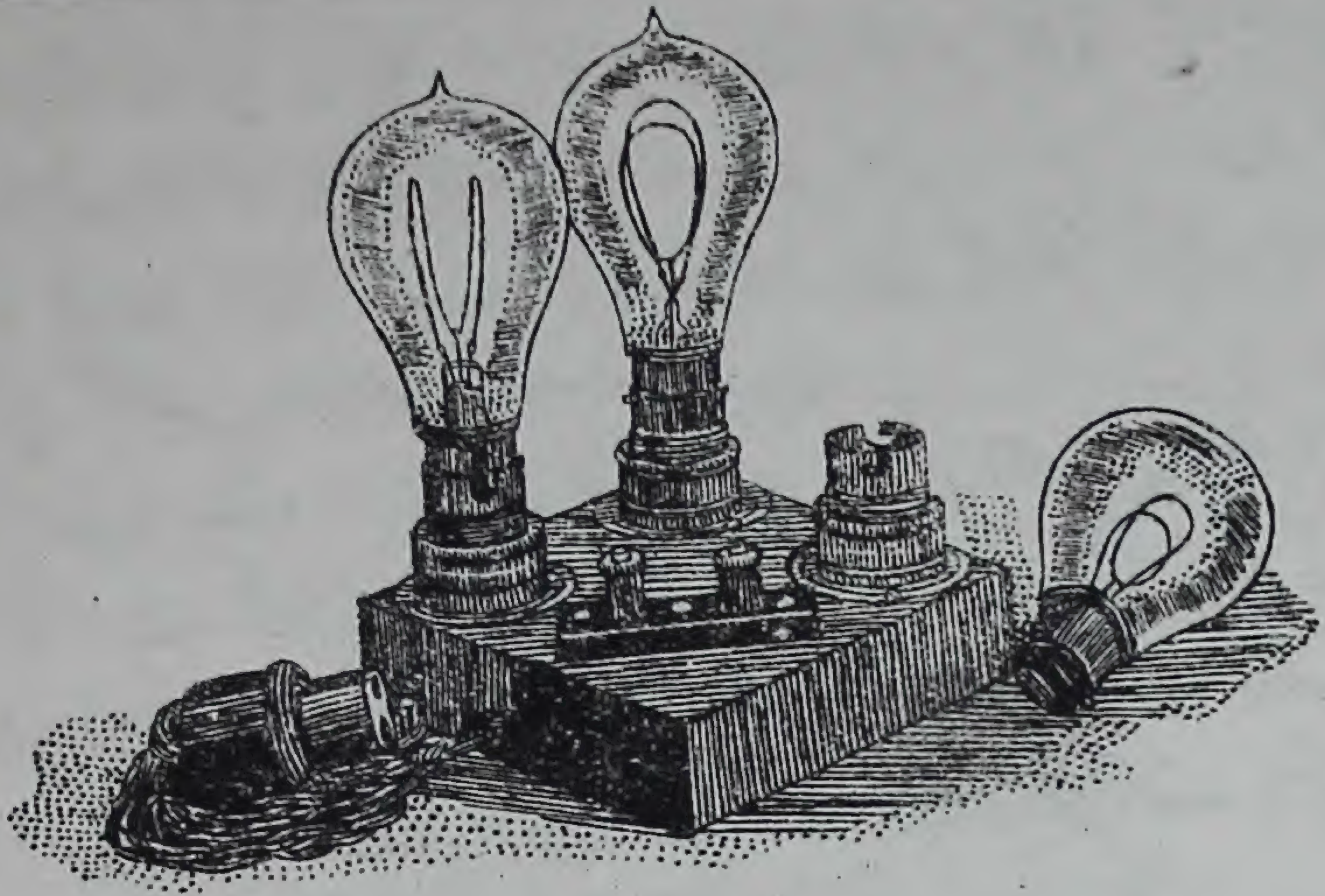
تغیر پذیر مزاحمت کا قالب

تغیر پذیر مزاحمت کا قالب۔ عام طور پر اس قسم کی جو مزاحمت مستعمل ہے ایک استوار قالب یا چوکھٹے کی شکل میں ہوتی ہے، جس پر تار کے کئی ایک لولبی لچھے سلسلہ وار انگریزی حرف ڈبلیو W کے مشابہ ترتیب دئے جاتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۰۲)۔ ایک فلزی دستہ مقوم کے ایک سرے سے ملا ہوا ہوتا ہے اور فلزی میخوں کی ایک قطار پر سے گزرتا ہے جو ایک ایک لولبی کے ساتھ علی الترتیب ملی ہوئی ہوتی ہیں۔ دستہ کی ایک انتہائی وضع میں برقی رَو کو تمام لولبیوں پر سے بہنا پڑتا ہے۔ جوں جوں دستہ کو دوسرے جانب حرکت دیجاتی ہے برقی رَو کم لولبیوں پر سے گزرتی ہے حتی کہ دستہ جب دوسری انتہائی وضع میں

شکل (۱۰۲)
تغیر پذیر مزاحمت کا چوکھٹا

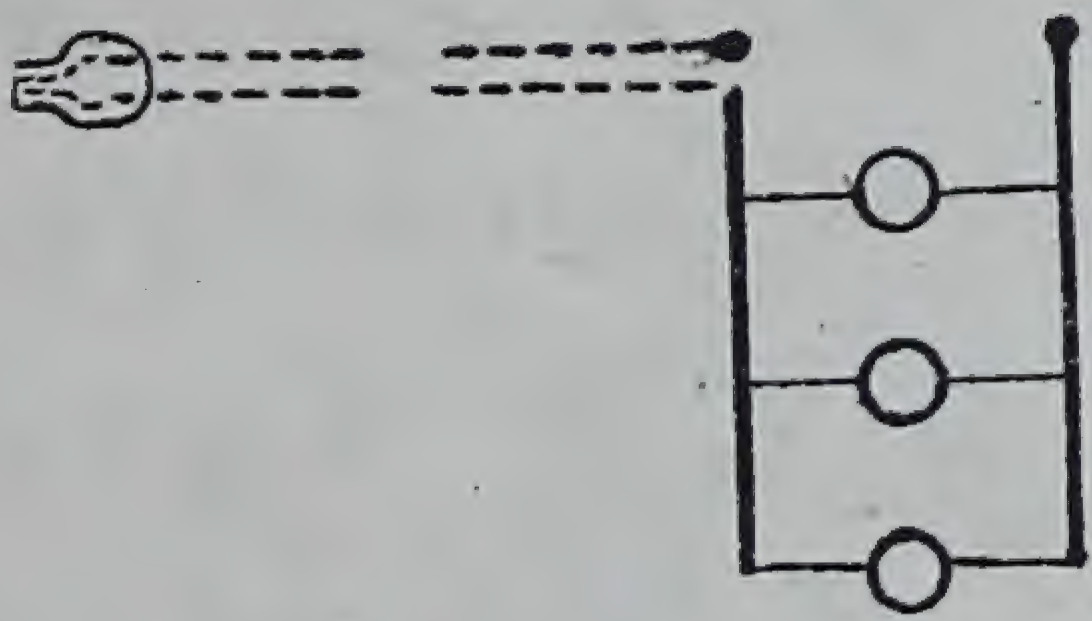
پہنچ جاتا ہے تو رَو بالعموم دستہ پر سے ہو کر سیدھا مقوّم کے دوسرے سرے یا بند پیچ پر سے چلی جاتی ہے۔ اس قسم کی ترتیب ایک سے بیس امپیر تک کی معمولی بڑی روؤں کی سرسری تنظیم کے لئے مفید ہوتی ہے۔

مزاحمت کے ایسے چوکھٹوں پر بالعموم ان کی تقریبی پوری مزاحمت لکھدیجاتی ہے اور یہ بھی بتا دیا جاتا ہے کہ ان پر سے (زیادہ سے زیادہ کتنی بڑی) روئیں ان کو بغیر نقصان پہنچائے (یعنے ان کے مجوزہ حد سے متجاوز حرارت پہنچائے) گزر سکتی ہیں۔ اس انتہائی رَو سے زائد رَو استعمال نہ ہونی چاہیئے۔

چونکہ چوکھٹے پر ان مزاحمتوں کی محض تقریبی قیمتیں لکھی جاتی ہیں ان کو دوسری مزاحمتوں کی پیمائش میں بطور معیار ہرگز استعمال نہ کرنا چاہیئے۔

سرسری "ثابت" مزاحمتیں۔ جب کبھی برقی رَو کو گھٹا کر ایک معیّن مقدار پر لانا ہوتا ہے تو جالی کی قسم کی مزاحمت استعمال کرنا مفید ہے۔ یہ مختلف ادلٹوں کے ساتھ کام دینے کے لئے تیار کی جاتی ہیں اور ان پر عموماً ان کی تقریبی مزاحمت اور تفاوت قوّہ جس کے لئے ان کا اختراع ہوا ہے بتا دئے جاتے ہیں۔ پس جس برقی رَو کے وہ متحمل ہیں اس کا حساب کرلیا جا سکتا ہے۔ کبھی اس سے بڑی رَو کے ساتھ ان کو استعمال نہ کرنا چاہیئے۔ یہ بھی یاد رہے کہ یہ جالیاں ان برقی روؤں کے صرف اسی صورت میں متحمل ہو سکتی ہیں جبکہ ان میں سے ہوا کی آمد و رفت کا معقول انتظام کیا جاتا ہے۔ اگر

شکل (۱۰۳)
برقی چراغ والی فراحمت

ان کو بند رکھا جائے تو حمل حرارت نہ ہونے سے وہ بہت جلد گرم ہوکر پگھل جائینگی۔

برقی لمپ والی فراحمت۔ بہت سے تجربوں میں برقی رو راست روشنی کی طنابوں میں سے لے لیجاسکتی ہے، بشرطیکہ اس کی تنظیم کیلئے مناسب فراحمتیں استعمال کیجائیں۔ شکل (۱۰۳) میں ایک سہل اور سستا آلہ بتایا گیا ہے جو اس مقصد کے لئے مفید ہے۔ لکڑی کی ٹیکن میں معمولی "بیئین لمپ ہولڈر" نصب کردیئے جاسکتے ہیں۔ شکل (۱۰۴) میں ان کی بندشوں کی صراحت ہوئی ہے ج د اور ھ لمپ

شکل (۱۰۴)
لمپ والی فراحمت کیلئے بندشیں

ہولڈر ہیں جو لکڑی کی ٹیکن میں پیچوں کے ذریعہ جما دیئے گئے ہیں اور باہمدیگر ہمتوازی ملائے گئے ہیں۔

برقی رو ا اور ب سروں سے اخذ کی جاتی ہے۔ ان سروں کی قطبیت معلوم کرنا ہو تو قطب پہچاننے کے کاغذ سے مدد کی جاسکتی ہے۔ اور ایک، دو یا تین لمپوں کو دور میں شامل کر کے تجربہ کے لئے مختلف طاقت کی رَوئیں حاصل کی جاسکتی ہیں۔ اگر ضرورت ہو تو ٹیکن پر تین سے زیادہ لمپ ہولڈر بھی نصب کئے جاسکتے ہیں۔

فصل (۸) قطبیت کے امتحان

قطب پہچاننے کا کاغذ۔ برقی روشنی کی طنابوں وغیرہ کی قطبیت کی آزمائش۔ برقی خانوں یا برقی طاقت کے خزانوں سے راست رَو مہیا کرنے والی طنابوں کی قطبیت پہچاننے کے لئے معمولی لتمسی کاغذ سے بخوبی کام لیا جاسکتا ہے۔ کاغذ کو ذرا سا نم کر کے تاروں کے سرے اس پر ایک دوسرے کے قریب رکھے جائیں لیکن ان کو باہمدیگر تماس کرنے نہ دیا جائے۔ مثبت تاروں کا سرا جہاں کاغذ کو چھوئیگا وہاں تھوڑی ہی دیر میں سُرخ رنگ نمایاں ہوگا اور جہاں منفی سرا چھوئیگا وہاں آسمانی رنگ نمایاں ہوگا۔ روشنی کی طنابوں کے ساتھ قطبیت کی آزمائش کرتے وقت

بہت احتیاط برتنی چاہیئے اور غیر مجوز تاروں کو کبھی ہاتھ سے نہ چھونا چاہئے - ایسے تاروں کو باہمدگر تماس کرنے نہ دیا جائے اور نہ ان کو معمل کی عمارت کے فلزی سامان مثلاً گیس یا پانی کی نلیوں وغیرہ کے ساتھ مس کرنے دیا جائے - اگر ان ھدایات پر کاربند نہ ھو تو تجربہ کرنے والے کو سخت صدمہ پھونچنے کا اندیشہ ھے، اور اگر تار آپس میں مل جائیں، یا کسی فلزی نلی یا کڑی کو چھو لیں تو اندیشہ ھے کہ جسم جل جائے۔

نشاستہ کے کاغذ سے بھی (جو نشاستہ اور پوٹاسم ایوڈائڈ کے حل میں بھگو کر خشک کر لیا جاتا ہے) قطبیت کی آزمائش ہو سکتی ہے - پہلے اس کاغذ کو پانی سے نم کر لینا چاہیئے تاروں کے سرے جب اس پر رکھے جاتے ہیں تو مثبت سرے کے پاس رنگ آسمانی ہو جاتا ہے -

برقی رو کے مقناطیسی عمل کے ذریعہ بھی قطبیت کی پہچان ہو سکتی ہے چنانچہ قبل ازیں صفحہ (۹۶) پر اس کا ذکر آچکا ہے - جب روشنی کی طنابوں کے ساتھ یہ طریقہ اختیار کرنا ھو تو دور میں کافی بڑی مزاحمت شریک کی جانی چاہیئے تاکہ برقی رو شدت کے ساتھ نہ بہنے پائے - لمپ والی مزاحمت اس کام کے لئے موزوں ہے -

برقی طاقت مہیا کرنے کی ایک طناب عموماً زمین سے ملحق ہوتی ہے - دو تار والے نظام میں دوسری طناب کا قوہ زمین کے قوہ سے اونچا ہوتا ہے یا نیچا - تین تار والے نظام میں بیچ کی طناب زمین سے ملحق ہوتی ہے - بقیہ

دو طنابوں میں سے ایک کا قوۃ زمین کے قوتے سے اونچا ہوتا ہے اور دوسرا نیچا۔ مثلاً اگر موخرالذکر "زندہ" طنابوں کا قوہ بالترتیب + ۱۰۰ اور - ۱۰۰ اولٹ ہو تو برقی لمپ یا کسی اور آلہ کو جس کے لئے ۲۰۰ اولٹ کی ضرورت ہو ان دونوں طنابوں سے ملا دیا جاتا ہے۔ اگر آلہ کے لئے صرف ۱۰۰ اولٹ قوۃ چاہیئے تو ان دو "زندہ" طنابوں میں سے کسی ایک کو آلہ کے ایک سرے سے ملا دیتے ہیں اور دوسرے سرے کو زمین سے ملحق تار سے۔

برق پر مزید مشقیں

(۱)۔ برق نمائے اوراق طلائی کے ذریعہ امتحان کرو کہ شیشہ، آبنوسہ اور مہر کرنے کی لاکھہ کی سلاخوں کو جب پوستین، فلالین اور ریشم سے رگڑتے ہیں تو ان پر کس علامت کی برق ظاہر ہوتی ہے۔

(۲)۔ کمپاس سوئی، ایک سیدھا تار اور ایک تنظیمی مزاحمت استعمال کرکے دیئے ہوئے برقی خانہ کا مثبت سرا دریافت کرو۔ تار کو ایک سرسری پچھے کی شکل میں لپیٹ کر اس نتیجہ کی تصدیق کرو۔

(۳)۔ ایک لمبے سیدھے تار پر سے برقی رَو جاری کرکے اس کے گرد خطوط قوت مقناطیسی کا نقشہ کھینچو اور اس نقشہ کی مدد سے تار سے ۱۵ سنتی میٹر دُور اس کے مقناطیسی میدان کی حدت معلوم کرو۔ شہر حیدرآباد کے لئے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت ۰٫۳۶۵ س، گ، ث کی اکائی فرض کی جائے۔

(۴)۔ ایک دائری پچھے پر سے برقی رَو بہتی ہے۔ اس کے مقناطیسی میدان کے خطوط قوت کا نقشہ کھینچا جائے۔ اور اس نقشہ سے ایک منحنی تیار کیا جائے جس سے یہ ظاہر ہوسکے کہ پچھے کے محور پر میدان کی تبدیلی، پچھے کے فاصلہ کے ساتھ، کس قاعدہ سے ہوتی ہے۔

(۵)۔ دیئے ہوئے برقی خانہ کو منقلب کے ذریعہ حماسی رَو پیما کیساتھ (ل) راست، (ب) بتوسط ایک مزاحمت کے، ملادو۔ ان دونوں صورتوں میں جو برقی روئیں بہتی ہیں ان کا باہم مقابلہ کرو۔

(۶)۔ دو برقی خانوں کو (۱) ہمسلسلہ، (۲) ہمتوازی، (۳) ایک دوسرے

کے مقابلہ میں، ایک مماسی رَو پیما کے ساتھ ملا دو اور جو برقی رَوئیں بہینگی ان کا باہمدیگر مقابلہ کرو۔

(۷)۔ دو برقی خانوں کو ہمسلسلہ، بتوسط منقلب کے ایک مماسی رَو پیما کے ساتھ باندھ دو اور دیکھو کیا انصراف پیدا ہوتے ہیں۔ اب ایک خانہ کے قطبوں کو الٹ کر دوسرے کے ساتھ باندھ دو، اور مکرر رَو پیما کے انصراف معائنہ کرو۔ اِن مشاہدات سے کیا نتائج ماخوذ ہوسکتے ہیں؟

(۸)۔ ایک مستقل خانہ اور مزاحمت کی بکس تمہیں دی جاتی ہے۔ دیئے ہوئے مماسی رَو پیما کے (ا) اور (ب) پچھوں کے چکروں کی تعداد دوں کی نسبت دریافت کرو۔

(۹)۔ ۲۰ اولٹ م، ب کا ایک ثانوی خانہ جس کی مزاحمت ناقابل لحاظ ہے، استعمال کرکے ایک مزاحمت کی بکس اور ناقابل لحاظ مزاحمت کے مماسی رَو پیما پر سے برقی رَو بہائی جاتی ہے۔ دریافت کرو کس طاقت کی رَو سے ایک درجہ کا زاویہ انصراف پیدا ہوگا۔

(۱۰)۔ ایک مماسی رَو پیما کے ساتھ برقی دَور میں ایک تغیر پذیر مزاحمت ہمسلسلہ شریک کی گئی ہے۔ منحنی کھینچکر بتاؤ کہ زاویہ انصراف کے مماس کو اس ہمسلسلہ مزاحمت کے ساتھ کیا تعلق ہے۔ اب رَو پیما کو ۱۵ اوم مزاحمت سے شنٹ کردو، اور ان مشاہدات کو دوہراکر اِسی کاغذ پر جس پر پہلا منحنی بنایا گیا ہے اس قسم کا دوسرا منحنی تیار کرو۔ کیا اِن نتائج سے رَو پیما کی مزاحمت کی تقریبی تخمین ہوسکتی ہے؟

(۱۱) دیئے ہوئے تین خانوں کو ہمسلسلہ ایک مزاحمت کی بکس اور مماسی رَو پیما کے ساتھ ملاؤ۔ بکس سے اسقدر مزاحمت لو کہ رَو پیما تقریباً ۵۵° منصرف ہو۔ مزاحمت کو مستقل رکھ کر خانوں کو جتنی مختلف وضعوں میں ترتیب دینا ممکن ہو ترتیب دو

(یعنے تین خانوں میں سے جتنوں کو چاہو ہمسلسلہ یا ہمتوازی ترتیب دو) اور رَد پیما پر سے جو برقی رَدیں بہینگی اُن کا آپس میں مقابلہ کرو۔

(۱۲)۔مماسی رَد پیما کے ذریعہ دیئے ہوئے دہکتے تار والے برقی لمپ پر سے جو رَو بہتی ہے، اس کی قیمت دریافت کرو۔ نتیجہ س، گ، ث کی اور نیز عملی اِکائیوں میں ظاہر کیا جائے۔

(۱۳)۔کوئی ۲۰ سم لمبی اور ۱ سم قطروالی شیشہ کی نلی پر ایک مجوزہ تار کو لپیٹ کر لوبی تیار کرو۔ایک مقناطیسیت پیما اور مماسی رَد پیما استعمال کرکے ترسیم بناکر بتاؤ لوبی کے مقناطیسی معیار اثر اور اس پر سے بہنے والے برقی رَد میں کیا تعلق ہے۔

(۱۴) اس سے پہلے کے تجربہ میں جو لوبی استعمال ہوئی تھی اِس کے اندر نرم لوہے کے تاروں کا ایک گٹھا داخل کرکے تجربہ دوہرایا جائے۔

(۱۵)۔تار کے دو لچھے، ایک کمپاس سوئی، اور برقی خانہ دئے جاتے ہیں، دریافت کرو کون سے لچھے کے چکروں کی تعداد زیادہ ہے۔

(۱۶)۔ایک ہی قطر کے موٹے تار کے دو لچھے، ایک کمپاس سوئی، مزاحمت کی بکس اور برقی خانہ دیئے جاتے ہیں لچھوں کے چکروں کی تعدادوں کی نسبت دریافت کرو۔

(۱۷) برقی مقناطیس جو وزن اُٹھا سکتا ہے اُس میں اور لچھے پر سے بہنے والی رَو میں تعلق دریافت کرکے اس کا ایک منحنی تیار کرو۔

(۱۸) مماسی رَد پیما کے ذریعہ، دیئے ہوئے ام پیما کے نشانوں کی صحت کا امتحان کرو۔

(۱۹) دریافت کرو کہ دیئے ہوئے رَد پیما کا انصراف اس کی رَو کیساتھ کس طرح بدلتا ہے۔

(۲۰)۔معلوم مزاحمت کے ایک اچل رَد پیما کے انصراف اور اِس پر سے

بہنے والی رو میں کیا تعلق ہے ترسیم بنا کر بتاؤ۔ تجربہ کرنے کے لئے تمہیں چند معلوم مزاحمتیں اور معلوم م ب کا ایک مستقل برقی خانہ دیا جاتا ہے۔

(۲۱) دئے ہوئے دو پچھوں کو، پہلے علیحدہ علیحدہ اور پھر بعد ملا کر، ایک مستقل برقی خانہ، ۳۰ اوم کے ایک پچھے اور مماسی رو پیما کے ساتھ ہمسلسلہ جوڑو۔ اور جو انصراف مشاہدہ ہوں ان کے ذریعہ ان دئے ہوئے پچھوں کی مزاحمتیں دریافت کرو۔

(۲۲)۔ دئے ہوئے تار کے ٹکڑے کی مزاحمت دریافت کرو۔ اس کے مادے کی نوعی مزاحمت تمہیں دی جاتی ہے اس کے ذریعہ تار کے قطر کی حسابی تخمین کرو۔

(۲۳) دئے ہوئے دو تاروں کے مادوں کی نوعی مزاحمتوں کا آپس میں مقابلہ کرو۔

(۲۴) میٹری پل کے تار کا برقی مرکز دریافت کرو۔ (واضح ہو کہ برقی مرکز سے مراد وہ نقطہ ہے جو تار کو مساوی مزاحمت کے دو حصوں میں منقسم کرتا ہے۔)

(۲۵) ایک ہی مادے کے دو تاروں کی مزاحمتیں دریافت کر کے ان کے قطروں کی نسبت معلوم کرو۔

(۲۶)۔ دریافت کرو کہ تار (ل) کے کتنے لمبے ٹکڑے کی مزاحمت ۵ اوم ہوگی۔

(۲۷)۔ (ل) اور (ب) تاروں کے مساوی لمبے دو ٹکڑوں کو متوازی جوڑتے ہیں۔ دریافت کرو ہر ایک کا طول کیا ہونا چاہئیے تا کہ مجموعہ کی مزاحمت ۵ اوم ہو۔

(۲۸) دئے ہوئے تار کے پچھے سے ایک ٹکڑا کاٹا جائے جس کی مزاحمت، سروں سے ایک ایک سنٹی میٹر (جوڑ ملانے کی غرض سے) چھوڑ کر، ایک اوم ہو۔ ٹکڑے کی مزاحمت کی راست پیمائش کر کے

نتیجہ کی تنقیح کی جائے۔

(۲۹).دی ہوئی مزاحمت کی بکسوں کو پوسٹ آفس کی بکس کی وضع میں ترتیب دو، اور اس کے ذریعہ دیئے ہوئے مزاحمت کے پچھے کی پیمائش کرو۔

(۳۰).دیئے ہوئے تار کے الجھن کی نوعی مزاحمت بتادی جاتی ہے۔ پوسٹ آفس کی بکس استعمال کرکے الجھن کا طول دریافت کرو۔

(۳۱).دیئے ہوئے تار کے ۲۰ سم لمبے ایک، دو، تین اور چار ٹکڑوں کو بالترتیب ہمتوازی جوڑکر مجموعہ کی مزاحمتیں دریافت کرو۔

(۳۲)صفر اور ۱۰۰ درجہ مئی تپشوں پر دیئے ہوئے پچھے کی مزاحمتیں دریافت کرکے ان کی نسبت معلوم کرو۔

(۳۳)والٹائی خانے بنانے کا سامان دیا جاتا ہے، اس سے تین خانے تیار کرو، اور برقی محرکوں کا ایک دوسرے کے ساتھ مقابلہ کرو۔ ہر خانہ کے مثبت قطب پر نشان لگا دیا جائے۔

(۳۴)دریافت کرو ایک برقی خانہ کے قطبین کے ساتھ کیا مزاحمت ملانی چاہیئے تا کہ ان کا تفاوت قوۃ گھٹ کر نصف ہو جائے۔ اس نتیجہ سے کیا بات ماخوذ ہوتی ہے؟

(۳۵)ترسیم بنا کر بتاؤ موجہ کے قطبین کے تفاوت قوۃ میں کیا تبدیلی واقع ہوتی ہے، جبکہ ان کو مختلف مقدار کی مزاحمتوں کے ذریعہ ملایا جاتا ہے۔

(۳۶).تمہیں ایک برقی خانہ (مثلاً ذخیرہ خانہ) چند معلوم مزاحمتیں، اور چھوٹی سعت کا ایک اولٹ پیما دیئے جاتے ہیں۔ برقی دور کو اس طرح ترتیب دو کہ اس میں ٹھیک $\frac{1}{1000}$ امپیر بہے۔

(۳۷).(ا) پلاٹینم، (ب) سیسے کی تختیاں جب گندک کے ہلکائے ہوئے ترشہ میں ڈبوئی جاتی ہیں تو تقطیب کی وجہ سے جو م ح ب پیدا ہوتا ہے اس کی پیمائش کی جائے۔

(۳۸)۔ تانبے اور جست کی تختیوں اور گندک کے ہلکائے ہوئے ترشہ کا خانہ تیار کرو اور دریافت کرو اس کی برقی رَو وقت کے ساتھ کس طرح تبدیل ہوتی ہے۔

(۳۹)۔ معلوم مزاحمت کے ایک پچھے پر سے جو برقی رَو بہتی ہے' اولٹ پیما استعمال کرکے' اس کی تعیین کرو۔

(۴۰)۔ دئیے ہوئے گذارندہ تار پر سے جو اعظم برقی رَو بہہ سکتی ہو دریافت کرو۔

(۴۱) کتھل (یا رانگ) کی پتلی چادر پر دو جگہ نشان کرکے ایک جگہ پر برقی رَو داخل کرو اور دُوسری جگہ سے اس کو خارج کرو۔ پھر دو الیکٹروڈ کو ایک حساس رَو پیما کے سِروں سے ملاؤ اور اُن کو چادر کے مختلف مقامات پر چبھو کر مساوی قوہ کے منحنیوں کا نقشہ کھینچو۔

(۴۲)۔ مماسی رَو پیما اور تانبے کے کیمیائی رَو پیما کی مدد سے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی تعیین کرو۔ تانبے کا برقی کیمیائی معادل فرض کرلیا جائے۔

(۴۳) دئیے ہوئے رَو پیما پر سے ایک امپیر رَو اگر بہے تو کیا انصراف ہوگا معلوم کرو۔ تانبے کا برقی کیمیائی معادل فرض کرلیا جائے۔

(۴۴)۔ دئیے ہوئے برقی لیمپ کو روشنی کے تار سے ملاکر ایک معینہ مدت تک روشن کرو۔ جو حرارت پیدا ہو اس کی پیمائش کرکے لیمپ کی رَو کی اور اس کی مزاحمت کی حسابی تخمین کرو۔ لیمپ کے سِروں کا تفاوت قوہ فرض کرلیا جائے

(۴۵) دریافت کرو کہ دئیے ہوئے پچھے میں حرارت کی پیدائش کی شرح کیا ہے' جبکہ اس پر سے ایک امپیر برقی رَو بہتی ہو۔

(۴۶)۔ ایک پچھا دوسرے پچھے کے اندر کھڑا کیا گیا ہے۔ اندر والے پچھے کو جب اوپر سے دیکھتے ہیں تو وہ (ا) سے (ب) کیطرف موافق سمت ساعت لپٹا ہوا نظر آتا ہے۔ جب رَو پیما میں برقی

رَو اس کے سرے (ھ) سے داخل کی جاتی ہے تو رَو پیما کا شمالی قطب مشرق کی طرف منصرف ہوتا ہے۔ بتاؤ باہر والا پچھا کس سمت میں لپیٹا گیا ہے۔

(۴۷) مرغولہ کی شکل کا ایک تار، ایک حساس رَو پیما اور ایک والٹائی خانہ دیئے جاتے ہیں۔ دریافت کرو دیئے ہوئے مقناطیس کا کونسا سرا شمالی ہے۔

(۴۸) ایک مقنائے ہوئے فولاد کے ٹکڑے کے سروں کی قطبیت غیر معلوم ہے۔ امالی رَوؤں کے کلیوں کے ذریعہ اس کی قطبیت کی تعیین کی جائے۔ کمپاس سوئی کے پاس اس کو لیجا کر نتیجہ کی تصدیق کی جائے۔

(۴۹) ایک برقی سورجہ صندوق میں بند ہے۔ امالی رَوؤں کے کلیوں کے ذریعہ اس کے قطبین کا امتحان کرو اور بتاؤ کونسا قطب مثبت ہے۔ پھر قطب پہچاننے کے کاغذ سے تجربہ کرکے اسکی تصدیق کی جائے۔

(۵۰) ہیڈروجن کا برقی کیمیائی معادل (ب، ک، م) معلوم رکھ کر تانبے کے ب، ک، م کی تعیین کی جاے۔

ضمیمہ

برقی اور مقناطیسی طبعی مستقلوں کی جدولیں

مزاحمیّت (یا نوعی مزاحمت)

ایک سنتی میٹر لمبے اور ایک مربع سنتی میٹر تراش عمودی کے تار کی مزاحمت اوموں میں :-

عنصر	تپش	مزاحمیت	شرح تپش
الومنیم	۲۰° سئی	۰٫۰۰۰۰۰۲۸	۰٫۰۰۳۹
تانبا	۲۰° "	۰٫۰۰۰۰۰۱۷	۰٫۰۰۴۰
لوہا (خالص)	۰° "	۰٫۰۰۰۰۰۸۸	۰٫۰۰۶۲
" (پیانو کا تار)	۰° "	۰٫۰۰۰۰۱۱۸	۰٫۰۰۳۲
سیسہ	۰° "	۰٫۰۰۰۰۲۰۴	۰٫۰۰۴۳
مگنیشیم	۰° "	۰٫۰۰۰۰۰۴۴	۰٫۰۰۳۸
پارا	۲۰° "	۰٫۰۰۰۰۹۵۷	۰٫۰۰۰۸۸
نیکل	۰° "	۰٫۰۰۰۰۰۶۹	۰٫۰۰۶۲
پلاطینم	۰° "	۰٫۰۰۰۰۱۱۰	۰٫۰۰۳۷

عنصر	تپش	مزاحمت	شرح تپش
چاندی	۱۸° سی	۰٫۰۰۰۰۰۱۶	۰٫۰۰۴۵
کتھل (یا رانگ)	۵۰ ″	۰٫۰۰۰۰۱۳۰	۰٫۰۰۴۶
جست	۵۰ ″	۰٫۰۰۰۰۰۵۷	۰٫۰۰۴۰

مِلدہات

پیتل	(تقریباً)	۰٫۰۰۰۰۰۷	۰٫۰۰۱۰
منگانیت	(″)	۰٫۰۰۰۰۴۳	۰٫۰۰۰۰۲
پلاٹینائیڈ	(″)	۰٫۰۰۰۰۳۴	۰٫۰۰۰۲۵
کونسٹینٹن یا یوریکا		۰٫۰۰۰۰۴۸	۰٫۰۰۰۰۱±

برقی کیمیائی معادل

یہاں چاندیکا برقی کیمیائی معادل ۰٫۰۰۱۱۱۸ گرام فی کولومب مانا گیا ہے۔

عنصر	وزن جوہر (سنہ ۱۹۱۵ء)	گرفت	ب، ک، م (گرام فی کولومب)
الومینیم	۲۷٫۱	۳	۰٫۰۰۰۰۹۳۵
تانبا	۶۳٫۵۷	۲ (۱)	۰٫۰۰۰۳۲۹۴
سونا	۱۹۷٫۲	۳ (۱)	۰٫۰۰۰۶۸۰۹
ہیڈروجن	۱٫۰۰۸	۱	۰٫۰۰۰۰۱۰۴۵
آکسیجن	۱۶٫۰۰	۲	۰٫۰۰۰۰۸۲۹
نیکل	۵۸٫۶۸	۲ (۳)	۰٫۰۰۰۳۰۴
چاندی	۱۰۷٫۸۸	۱	۰٫۰۰۱۱۱۸
جست	۶۵٫۳۷	۲	۰٫۰۰۰۳۳۸۸

برٹش سٹینڈرڈ وائر گیج S.W.G

S.W.G	قطر انچ	قطر مم
۰	۰٫۳۲۴	۸٫۲۳
۲	۰٫۲۷۶	۷٫۰۱
۴	۰٫۲۳۲	۵٫۸۹
۶	۰٫۱۹۲	۴٫۸۷
۸	۰٫۱۶۰	۴٫۰۶
۱۰	۰٫۱۲۸	۳٫۲۵
۱۲	۰٫۱۰۴	۲٫۶۴
۱۴	۰٫۰۸۰	۲٫۰۳
۱۶	۰٫۰۶۴	۱٫۶۳
۱۸	۰٫۰۴۸	۱٫۲۲
۲۰	۰٫۰۳۶	۰٫۹۱۴
۲۲	۰٫۰۲۸	۰٫۷۱۱
۲۴	۰٫۰۲۲	۰٫۵۵۹

S.W.G	قطر انچ	قطر مم
۲۶	۰٫۰۱۸۰	۰٫۴۵۷
۲۸	۰٫۰۱۴۸	۰٫۳۷۶
۳۰	۰٫۰۱۲۴	۰٫۳۱۵
۳۲	۰٫۰۱۰۸	۰٫۲۷۴
۳۴	۰٫۰۰۹۲	۰٫۲۳۴
۳۶	۰٫۰۰۷۶	۰٫۱۹۳
۳۸	۰٫۰۰۶۰	۰٫۱۵۲
۴۰	۰٫۰۰۴۸	۰٫۱۲۲
۴۲	۰٫۰۰۴۰	۰٫۱۰۲
۴۴	۰٫۰۰۳۲	۰٫۰۸۱
۴۶	۰٫۰۰۲۴	۰٫۰۶۱
۴۸	۰٫۰۰۱۶	۰٫۰۴۱
۵۰	۰٫۰۰۱۰	۰٫۰۲۵

چند مشہور رصدگاہوں کے مقناطیسی عناصر کی وسط قیمتیں (بابتہ ۱۹۱۲ء)

مقام	عرض بلد شمالی	طول بلد	مقناطیسی انحراف	مقناطیسی میلان کا زاویہ شمالی	افقی میدان کی حدت	انتصابی میدان کی حدت
سِٹکا (الاسکا)	۵۷° ۳′	۱۳۵° ۲۰′ غ	۳۰° ۲۰٫۹′ ش	۷۴° ۲۸٫۸′	۰٫۱۵۶۱۵	۰٫۵۶۲۳۱
سٹونی ہرسٹ	۵۳° ۵۱′	۲° ۲۸′ غ	۱۶° ۳۴٫۵′ غ	۶۸° ۴۱٫۴′	۰٫۱۷۳۹۸	۰٫۴۴۶۰۱
پوٹسڈام	۵۲° ۲۳′	۱۳° ۴′ ش	۸° ۵۴٫۹′ غ	۶۶° ۲۰٫۴′	۰٫۱۸۸۰۳	۰٫۴۲۹۱۴
کیو	۵۱° ۲۸′	۰° ۱۹′ غ	۱۵° ۵۶٫۴′ غ	۶۶° ۵۶٫۵′	۰٫۱۸۴۹۸	۰٫۴۳۴۵۴
گرینچ	۵۱° ۲۸′	۰° ۰′	۱۵° ۴۳٫۲′ غ	۶۶° ۵۱٫۸′	۰٫۱۸۵۲۸	۰٫۴۳۳۶۰

پراگ	۵۰° ۵َ	۱۴° ۲۵ ش	۷° ۵۰ء۳َ غ	....	....	....
کراکو	۵۰° ۴َ	۱۹° ۵۸ ش	۵° ۴ء۱۳َ غ	۶۴° ۱َ۰ء۶۶	....	....
وال ژدیو (قریب پیرس)	۴۸° ۴۹َ	۲° ۱َ ش	۱۴° ۸ء۹َ غ	۶۴° ۱ء۱۰۴َ	۰ء۱۹۷۴۷	۰ء۴۱۷۱۴
کرسانی (" طفلس)	۴۱° ۴۳َ	۴۴° ۴۸َ ش	۳° ۱ء۱۳َ ش	۵۶° ۴۶ء۰َ	۰ء۲۵۲۵۵	۰ء۳۸۵۴۵
شلٹنہم (یونائیٹڈ سٹیٹس)	۳۸° ۴۴َ	۷۶° ۵۰َ غ	۵° ۵۰ء۰َ غ	۷۰° ۳۹ء۱َ	۰ء۱۹۷۰۲	۰ء۵۴۱۰۸
ڈیرا ڈون	۳۰° ۱۹	۷۸° ۳َ ش	۲° ۲۵ء۹َ ش	۴۴° ۹ء۸َ	۰ء۳۳۲۱۸	۰ء۳۲۲۴۴
حلوان	۲۹° ۵۲َ	۳۱° ۲۱َ ش	۲° ۲۵ء۳َ غ	۴۰° ۴۳ء۷َ	۰ء۳۰۰۶۳	۰ء۲۵۸۸۴
بارکپور	۲۲° ۴۶َ	۸۸° ۲۲َ ش	۰° ۴۴ء۰َ ش	۳۰° ۵۰ء۷َ	۰ء۳۷۳۶۹	۰ء۲۲۳۱۶
ہانگ کانگ	۲۲° ۱۸َ	۱۱۴° ۱۰َ ش	۰° ۴َ۳ء۰ غ	۳۰° ۵۶ء۳َ	۰ء۳۷۱۹۳	۰ء۲۳۲۹۴

مقام	عرض بلد	طول بلد	مقناطیسی انحراف	مقناطیسی میلانکا زاویہ	افقی میدانکی حدت	انتصابی میدانکی حدت
علی باغ (بمبئی)	۱۸° ۳۹َ	۷۲° ۵۲َ ش	۰° ۱۲٫۵َ ش	۲۳° ۱۱٫۵َ	۰٫۳۶۸۷۴	۰٫۱۶۳۶۷
کوڈی کنال	۱۰° ۱۳َ	۷۷° ۲۷َ ش	۱° ۸٫۵َ غ	۳° ۱۱٫۵َ	۰٫۳۷۵۴۳	۰٫۰۲۶۱۶
	جنوبی			جنوبی		
مورشس	۲۰° ۶َ	۵۷° ۳۳َ ش	۹° ۵٫۲۵َ غ	۵۳° ۲٫۳۳َ	۰٫۲۳۳۰۴	۰٫۳۱۳۶۴

تمت

جمود کے معیار اثر

تشاکل کے ایک محور کے گرد جمود کا معیار اثر

دائری حلقہ یا چھلا۔ نصف قطر = ص

$$\text{مج} = \text{ک ص}^{2}$$

مستطیل سلاخ، مرکز ثقل میں سے گزرنے والے محور کے گرد، جو طول ۲ا اور ۲ب کے کناروں پر عمود ہو

$$\text{مج} = \text{ک} \frac{\text{ا}^{2} + \text{ب}^{2}}{3}$$

قطع ناقص کی شکل کی پرت، جس کے نصف محور ا اور ب ہوں۔ مرکز ثقل میں سے مستوی کے علی القوائم گزرنے والے محور کے گرد،

$$\text{مج} = \text{ک} \frac{\text{ا}^{2} + \text{ب}^{2}}{4}$$

دائری پرت اس کی ایک خاص مثال ہے۔ کیونکہ اس میں ا = ب اور

$$\text{مج} = \text{ک} \frac{\text{ا}^{2}}{2}$$

ھلیلجی نما نصف محور ا، ب، ج، محور ج کے گرد

$$مج = ک \frac{ا^۲ + ب^۲}{۵}$$

کرہ اس کی خاص مثال ہے۔ اس میں ا = ب = ج،

اور

$$مج = \frac{۲}{۵} ک ا^۲$$

واضح ہو کہ یہ تمام ضابطے رالف تھ کے قاعدے سے اخذ کئے جا سکتے ہیں۔ قاعدہ یہ ہے:۔
جمود کا معیار اثر مج کسی محور تشاکل کے گرد

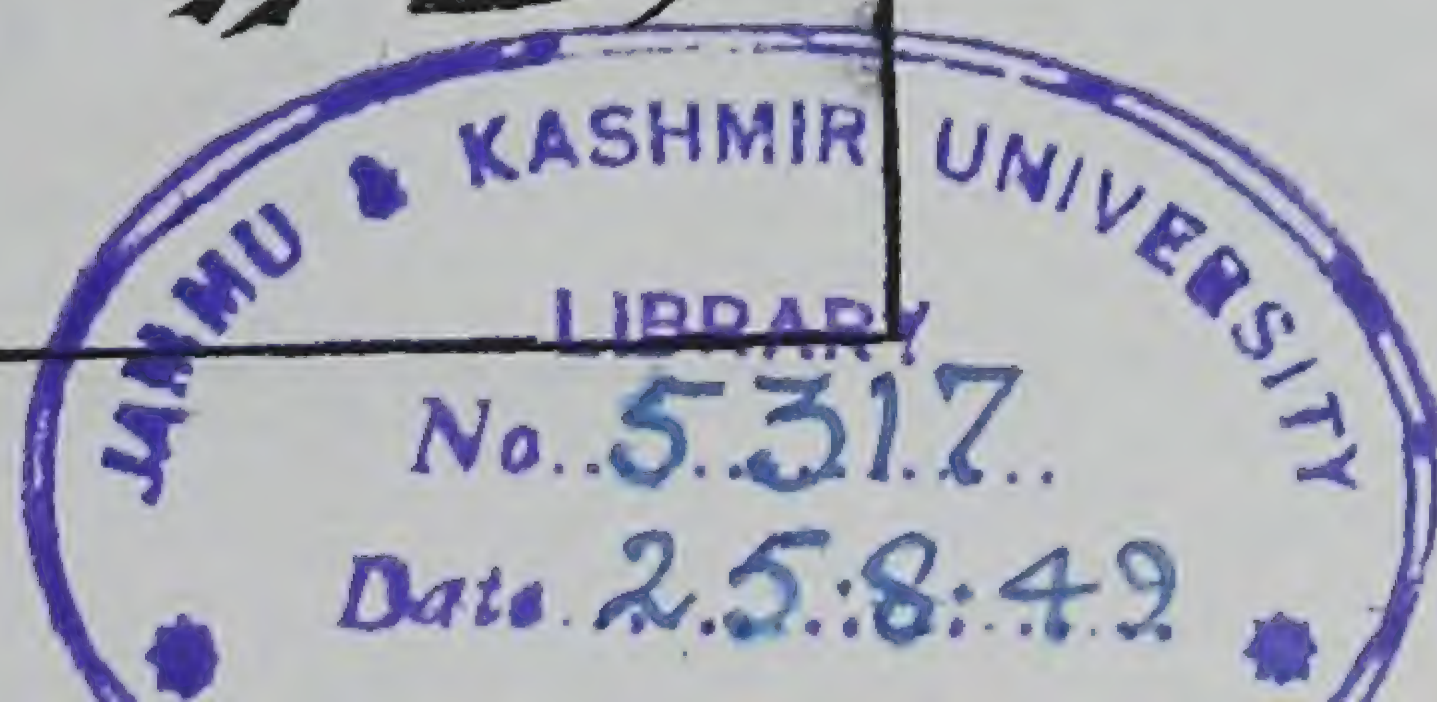
$$= \frac{\text{کمیت (علی القوائم نصف محوروں کے مربعوں کا مجموعہ)}}{\text{۳، ۴، یا ۵}}$$

اس کسر کا نسب نما ۳، ۴، یا ۵ ہوگا اگر جسم بالترتیب مستطیل، قطع ناقص یا ہلیلجی نما ہو۔

چنانچہ اسطوانہ کے لئے، جس کا طول ۲ ل اور نصف قطر ص ہو، اس کے طول پر علی القوائم محور کے گرد، چونکہ اس کی تراش ل کے متوازی مستطیل کے قسم کی ہے، اور ص کے متوازی قطع ناقص کے قسم کی ہے

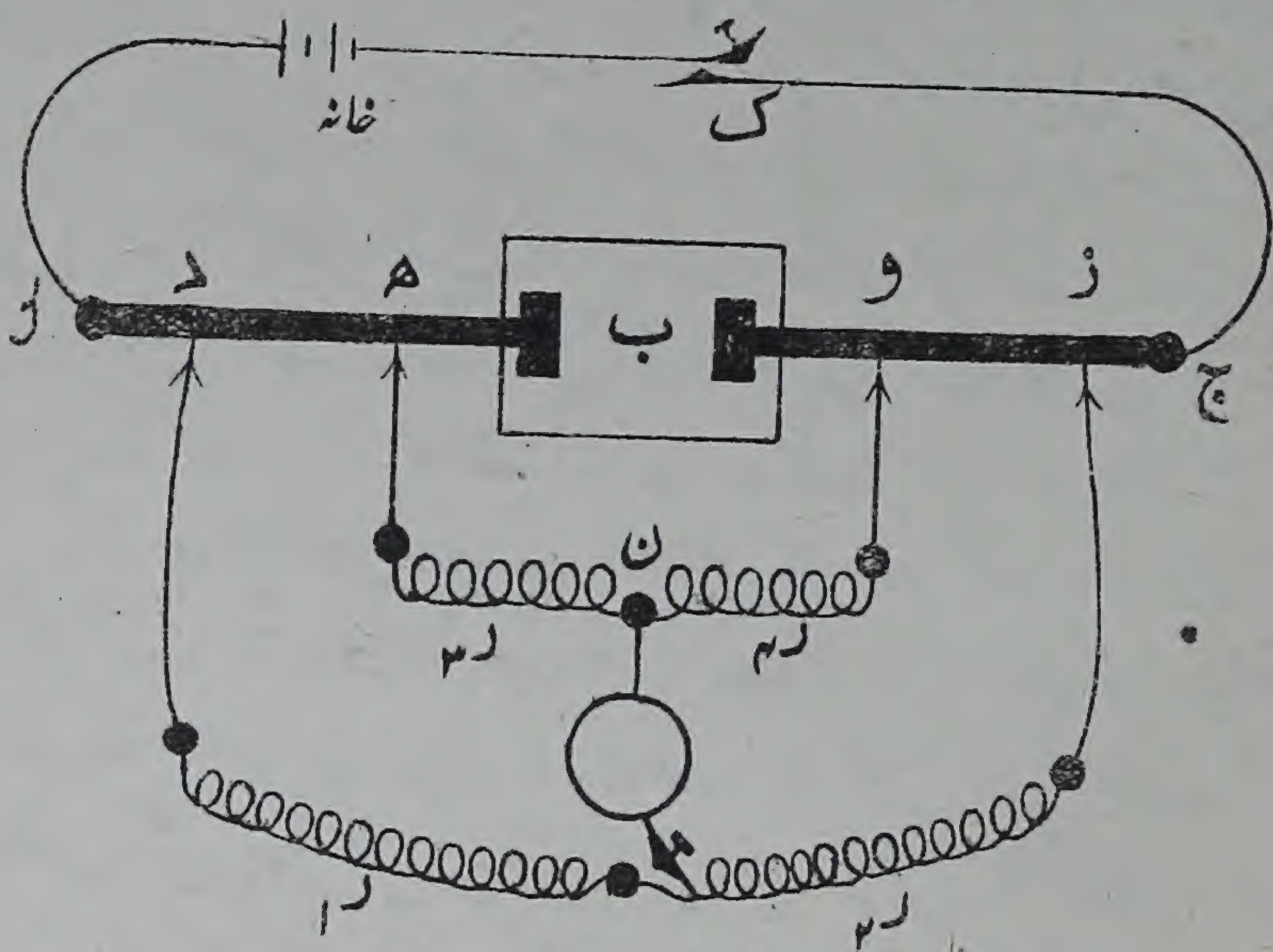
$$مج = ک \left(\frac{ل^۲}{۳} + \frac{ص^۲}{۴} \right)$$

دائری قرص کے لئے جس کا نصف قطر ص ہو قطر کے گرد

$$مج = ک \frac{ص^۲}{۴}$$

زائد مضمون منجانب مترجم

فصل (۱) کلون کا دوہرا پُل

دو بہت ہی چھوٹی مزاحمتوں کا باہم مقابلہ کرنے کے لئے ویٹسٹون کا پُل موزوں نہیں۔ ذیل میں کلون کے دوہرے پل کا اصول سمجھایا جاتا ہے جس کے ذریعہ موٹے موصل تاروں کی مزاحمتوں کا مقابلہ بھی آسانی کے ساتھ کیا جاسکتا ہے۔ شکل (۱)

خانہ
ک
ا د ہ ب و ز ج
ن
ر۳ ر۴
ر۱ ر۲

شکل (۱)

میں ا ب اور ب ج ایسے دو کم مزاحمت کے تار ہیں

جن کے سرے ب پارے کے ایک ظرف میں ڈبوے جاتے ہیں تا کہ جوڑ کی مزاحمت حتی الامکان قلیل اور نا قابل لحاظ ہو۔ زیر امتحان مزاحمتوں ل اور ج کے پاس کے سرے دو ہمسلسلہ چھوٹی اور ٹھیک مساوی مزاحمتوں م‌ا اور م‌۲ کے سروں کے ساتھ د اور ذ پر ملا دیئے جاتے ہیں۔ اسی طرح ب کے پاس کے سرے دوسری دو ہمسلسلہ چھوٹی اور ٹھیک مساوی مزاحمتوں م‌۳ اور م‌۴ کے سروں کے ساتھ ھ اور ق پر ملائے جاتے ہیں۔ ھ اور ق اور د ثابت نقطے ہیں۔ م متغیر ہے تا کہ اس کا مقام حسب ضرورت تبدیل کرکے تعادل پیدا کیا جائے۔

م‌ا اور م‌۲ تقریباً ایک یا دو اوم مزاحمت کے تار ہیں لیکن ایک دوسرے کے ٹھیک مساوی ہیں۔ اور ایک ہی مادّے کے بنے ہیں۔ اسی طرح م‌۳ اور م‌۴۔ یہ ضرور نہیں کہ م‌ا اور م‌۲ مزاحمتیں م‌۳ اور م‌۴ کے مساوی ہوں۔ م‌ا، م‌۲، م‌۳ اور م‌۴ کو دورانِ تجربہ ایک دوسرے سے بالکل قریب رکھنا چاہیئے مثلاً ایک صندوقچہ کے اندر، تا کہ تپش یکساں رہے۔ معہذا کنجی ک کو پل کے توازن کی حالت معلوم کرنے کے لئے صرف ذرا سی دیر تک دبانا چاہیئے تا کہ برقی خانہ سے رَو مزاحمتوں پر سے تھوڑی ہی دیر تک گزرے ورنہ حرارت کے اثر سے ل ب اور ب ج مزاحمتوں کی تپش بڑھ جانے کا اندیشہ ہے اور چونکہ یہ مزاحمتیں عموماً مختلف قسم کے مادّوں کی ہوں گی جن کی تپش کی شرحیں نا مساوی ہیں پل کے توازن میں فرق آجائیگا۔

رو پیما پ کی مزاحمت بھی کم ہونی چاہیئے۔ ھ اور ق کے مقام ظرف ب کے قریب ہونے چاہئیں۔ اور

اور ز کا مقام امتحان کر کے دریافت کر لیا جائے حتیٰ کہ خانہ اور رو پیما کی کنجیوں کو دبانے سے رو پیما کی سوئی منحرف نہ ہو۔ جب یہ کیفیت ہوتی ہے تو

$$\frac{\text{مز۱ یعنے د سے ہ تک کی مزاحمت}}{\text{مز۲ یعنے و سے ز تک کی مزاحمت}} = \frac{\text{مز۱}}{\text{مز۲}} = \frac{\text{مز۳}}{\text{مز۴}}$$

زیادہ صحت کے ساتھ اگر تجربہ کرنا مقصود ہو تو پوسٹ آفس کے صندوقچہ کی طرح $\frac{\text{مز۱}}{\text{مز۲}}$ اور $\frac{\text{مز۳}}{\text{مز۴}}$ کی نسبتیں مساوات کے علاوہ $\frac{۱}{۱۰}$ ، $\frac{۱}{۱۰۰}$ ، $\frac{۱۰}{۱}$ ، $\frac{۱۰۰}{۱}$ ترتیب دی جا سکتی ہیں۔ جو دوہرے پل اب بازار میں بنے بنائے ملتے ہیں ان میں ایسی مزاحمتیں مہیا ہوتی ہیں۔ اور آلہ کے ساتھ اس کی ترتیب وغیرہ کے متعلق مطبوعہ کاغذات بھی بہم پہنچائے جاتے ہیں۔

پل کے توازن کی حالت میں تعلق $\frac{\text{مز}}{\text{مزَ}} = \frac{\text{مز۱}}{\text{مز۲}} = \frac{\text{مز۳}}{\text{مز۴}}$ ثابت کرنے کے لئے فرض کرو د ہ یعنے مزاحمت مز پر سے ایسی رو (ر) بہتی ہے۔ اور جس حالت میں رو پیما پر سے کوئی رو نہیں بہتی ہے ہ ن و پر سے رو ر۱ بہتی ہے اور د م ز پر سے رو ر۲

چونکہ (ر - ر۱) رو ہ ب و پر سے گزرتی ہے و ز پر سے یعنے مزاحمت مزَ پر سے بھی برقی رو ر بہتی ہے م اور ن کا قوہ مساوی ہے اس لئے دَور د ہ ن م د میں

$$(\text{ر مز} + \text{ر۱ مز۳}) = \text{ر۲ مز۱}$$

اور دَور و ز م ن د میں $(\text{ر۱ مز۴} + \text{ر مزَ}) = \text{ر۲ مز۲}$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ر مز} + \text{ر۱ مز۳}}{\text{ر۱ مز۴} + \text{ر مزَ}} = \frac{\text{ر۲ مز۱}}{\text{ر۲ مز۲}} = \frac{\text{مز۱}}{\text{مز۲}}$$

یعنی مز۲ (د مز + د۱ مز۳) = مز۱ (د۱ مز۴ + د مزَ)

یا د (مز مز۲ − مز۱ مزَ) = د۱ (مز۱ مز۴ − مز۲ مز۳)

لیکن پُل کی تیاری میں مزاحمتیں مز۱، مز۲ اور مز۳، مز۴ پہلے ہی سے ایسی واقع ہوئی ہیں کہ

مز۱ / مز۲ = مز۳ / مز۴ یعنی مز۱ مز۴ = مز۲ مز۳

پس د (مز مز۲ − مز۱ مزَ) = ۰

اور چونکہ برقی رَو د صفر نہیں ہے، اسلئے مز مز۲ = مز۱ مزَ یعنی مز / مزَ = مز۱ / مز۲

پس مز / مزَ = مز۱ / مز۲ = مز۳ / مز۴

پس اس آلہ کے ذریعہ دو تقریباً مساوی چھوٹی مزاحمت کے موصل تاروں کی مزاحمتوں کا مقابلہ کیا جاسکتا ہے۔ اور اگر ان کے طول اور ان کی عمودی تراشیں ناپ لی جائیں تو ان کی نوعی مزاحمتوں کی نسبت دریافت ہوجاتی ہے۔ اگر ایک تار کی نوعی مزاحمت پیشتر سے معلوم ہے تو دوسرے کی نوعی مزاحمت بھی معلوم ہوجاتی ہے۔

فصل (۲)۔ بیلسٹک (اندفاعی) رَوپیما کی تعمیر

اندفاعی رَو پیما کے ذریعہ مکثفوں کی گنجائش اور موصل تار کے پچھوں کی امالیت (ذاتی یا باہمی) دریافت کی جاسکتی ہے۔ لیکن اس کے لئے رَو پیما کی تعمیر ہونا ضروری ہے۔ پس ہم اس کی تعمیر کے دو طریقے بیان کرتے ہیں۔ واضح ہو کہ اندفاعی رَو پیما دو قسم کا ہوتا ہے ایک معلق مقناطیسی سوئی کا

اور دوسرا معلق پچھے کا ۔ سوئی ہو یا پچھا اس کے اہتزاز کی مدت کافی بڑی ہوتی ہے ۔ ہنگامی برقی رو جب ایسے رو پیما کے پچھے پر سے گزرتی ہے تو اس کی سوئی (یا حرکت پذیر پچھے) کو ایک دھکا پہنچتا ہے جس کی وجہ سے وہ فوراً منصرف ہوجاتے ہیں ۔ ہنگامی رو سوئی یا پچھے کے حرکت شروع کرنے سے پہلے ہی ختم ہوجانی چاہیئے ۔ ایسی صورت میں رو پیما پر سے جو مجموعی مقدار برق گزرتی ہے اس کی قیمت ان ضابطوں کے ذریعہ دریافت کی جاسکتی ہے :-

(ا) $ب = \frac{ح}{\pi} \frac{و}{م} \; جب \frac{ع}{۲} \left(۱ + \frac{ل}{۲}\right)$ اگر معلق سوئی کا رو پیما ہو

(ب) $ب = \frac{مَر \, و}{۲\pi \, ح \, س} \; ع \left(۱ + \frac{ل}{۲}\right)$ اگر معلق پچھے کا رو پیما ہو

ان ضابطوں میں ب = مجموعی مقدار برق جو رو پیما پر سے گزرتی ہے

ح = مقناطیسی میدان جسمیں رو پیما کی سوئی اہتزاز کرتی ہے

و = رو پیما کی سوئی یا پچھے کے اہتزاز کا وقت دوران

م = رو پیما کا مستقل

مَر = جس ریشہ کے ذریعہ پچھا لٹکایا جاتا ہے اس کو اکائی زاویہ میں مروڑنے کے جفت کا معیار اثر

س = معلق پچھے کی مجموعی سطح کا رقبہ

ع = سوئی یا پچھے کی پہلی "جست" کا زاویہ انصراف

ل = سوئی یا پچھے کے اہتزاز کی "لوکارثمی تخفیف"

اندفاعی رَد پیما کی سوئی (یا پھے) کے اہتزاز حتی الامکان کم قسر ہونے جائیں۔ چونکہ سوئی یا پھے کی حرکت سے بموجب کلیہ لینس (Lenz)، اما لی روئیں پیدا ہوتی ہیں اور نیز ہوا کی مزاحمت بھی عمل کرتی ہے، اس لئے اہتزاز ایک حد تک قسر ہو جاتے ہیں۔ اس لئے اس کی ضرورت پیش آتی ہے کہ "جست" کی وہ قیمت معلوم کی جائے جو ان مخل اثرات کے عدم موجودگی میں مشاہدہ ہوتی۔ طریقہ یہ ہے کہ صفر نشان کے دونوں بازو یکے بعد دیگرے جو انصراف مشاہدہ ہوتے ہیں انکو بالترتیب قلمبند کرلیا جاتا ہے اگر انکو ص_1، ص_2، ص_3، ... $\text{ص}_\text{ن}$ قرار دیا جائے تو

$$\frac{\text{ص}_1}{\text{ص}_2} = \frac{\text{ص}_2}{\text{ص}_3} = \ldots\ldots = \frac{\text{ص}_{\text{ن}-1}}{\text{ص}_\text{ن}} = \text{ط}$$

پس $\frac{\text{ص}_1}{\text{ص}_\text{ن}} = \text{ط}^{\text{ن}-1}$ اور $\text{لوک ص}_1 - \text{لوک ص}_2 = (\text{ن}-1)\,\text{لوک ط}$

واضح ہو کہ یہ لوکارتم نیپیری ہیں یعنے ان کا اساس قو ہے۔

$$\text{اور}\quad \text{لوک ط} = \text{ل} = \frac{\text{لوک ص} - \text{لوک ص}_1}{\text{ن}-1}$$

چونکہ رَد پیما کی سوئی کی پہلی "جست" کامل اہتزاز کی چوتھائی مدت میں ختم ہوتی ہے اور ص_1 اور ص_2 (یا ص_1 اور ص_2) وغیرہ میں نصف مدت اہتزاز کا وقفہ حائل ہے، اس لئے اہتزاز قسر نہ ہونے کی صورت میں پہلی جست کی قیمت $\text{عہ}\,(1 + \frac{\text{ل}}{2})$ لی جا سکتی ہے۔ وقتِ دوران د چلر کنی گھڑی کے ذریعہ ناپا جا سکتا ہے۔

ح اور م کو علٰحدہ علٰحدہ معلوم کرنا غیر ضروری ہے اسلئے $\frac{\text{ح}}{\text{م}}$ کی قیمت دریافت کرلی جاتی ہے۔

پہلا طریقہ ۔ $\frac{ح}{م}$ کی تعیین بذریعہ مستقل رو

رو پیما پر سے ایک چھوٹی مستقل اور مسلسل رو چلائی جاتی ہے۔ جس سے ایک مستقل انصراف (به) پیدا ہوتا ہے۔ سوئی کو ابتداءً مقناطیسی میدان کی سمت میں فرض کرکے (یا اگر دوسری قسم کا رو پیما ہے تو پچھے کے مستوی کی وضع کو ابتداءً میدان کے متوازی فرض کرکے) مسلسل رو ر کو زاویہ انصراف به کے مماس کے متناسب مانا جاسکتا ہے، یعنی

$ر = \frac{ح}{م}\ \text{مس}\ به$ [اگر معلق پچھے کا رو پیما ہے تو $ر = \frac{م\ به}{\text{مس}\ ح}$]

پس $ب = \frac{ف\ ر}{\pi\ \text{مس}\ به}\ \text{جب}\ \frac{عہ}{۲}\ (۱ + \frac{لہ}{۲})$ مطلق اکائیوں میں ر کی قیمت درج کرکے

یا $ب = \frac{۱۰\ ف\ ر}{\pi\ \text{مس}\ به}\ \text{جب}\ \frac{عہ}{۲}\ (۱ + \frac{لہ}{۲})$ کولومب

اور $\frac{۱۰\ ف\ ر}{\pi\ \text{مس}\ به}$ اندفاعی رو پیما کا تعبیری مستقل ہے۔

اگر رو پیما کا انصراف لٹکانے کے ریشہ پر آئینہ چسپاں کرکے ناپا جاتا ہے تو آئینہ پر سے نور کی پنسل جس زاویہ میں منصرف ہوگی وہ سوئی یا پچھے کے زاویہ انصراف کا دو چند ہوگا۔ اگر آئینہ سے فاصلہ ف پر ایک افقی پیمانہ رکھ کر منور نشان کی جست کا طول ناپا جائے تو زاویہ انصراف عہ کی اس طرح تخمین ہوتی ہے۔

$\text{مس}\ ۲\ عہ = \frac{ف}{ل}$ یعنی $عہ = \frac{۱}{۲}\ \text{مس}^{-۱} \left(\frac{ف}{ل}\right)$

ر کی قیمت مماسی رو پیما یا ایم پیما کے ذریعہ دریافت کرلی جاسکتی ہے جو اندفاعی رو پیما کے ساتھ برقی خانہ کے دور میں شامل کیا جاتا ہے۔ یا اگر خانہ کا محرکہ برق اور پورے دَور کی مزاحمتیں (بشمول مزاحمت اندفاعی رو پیما) معلوم ہوں تو مماسی رو پیما وغیرہ کے شریک دَور کرنے کی ضرورت نہیں۔ کافی بڑی مزاحمت (تقریباً ۵۰ ہزار اوم) دَور میں شامل کرکے کلیہ اوم کے ذریعہ برقی رو مناسب اکائیوں میں حساب کرلی جاسکتی ہے۔ اگر اندفاعی رو پیما بہت حسّاس ہو تو اس کے ساتھ معلوم مزاحمت کا شنٹ لگا دیا جاسکتا ہے۔

دوسرا طریقہ۔ امالی رَو کے لچھے کے ذریعہ۔

شیشہ یا لکڑی کی نلی پر مجوز تار لپیٹ کر ایک پیچوان تیار کیا جاتا ہے۔ پیچوان کے چکر ایک دوسرے کے بالکل متصل لپیٹے ہوتے ہیں اور اس کا طول (۲ ل) اس کے نصف قطر (ص) سے کم از کم دہ چند بڑا ہوتا ہے۔ تار کے دونوں سروں کو قریب لاکر بند پیچوں سے پیچوان کی ٹیکن پر، جو افقی ہوتی ہے، باندھ دیا جاتا ہے۔ پیچوان کے وسطی حصہ کے اوپر باریک مجوز تار کا ایک امتحانی لچھا لپیٹا جاتا ہے۔ اس کے سرے بھی ایک دوسرے کے قریب دو اور بند پیچوں سے پیچوان کی ٹیکن پر باندھ دیئے جاتے ہیں۔ امتحانی لچھا اندفاعی رو پیما کے ساتھ ہمسلسلہ لگایا جاتا ہے اور پیچوان ایک مورچہ اور ضروری مزاحمت کے ساتھ بتوسط ایک منقلب کنجی کے جوڑ دیا جاتا ہے۔ جب اس پر سے برقی رو ر امپیر بہتی ہے تو اس کے

اندر مرکزی حصہ کے پاس ایک مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے جس کی

حدت = $\frac{4\pi ع ر}{10}$ (ا - $\frac{1}{2}$ $\frac{ص^2}{ل^2}$) تقریباً

یہاں ع سے مراد پیچوان کے چکروں کی تعداد فی سنتی میٹر طول ہے۔ اگر پیچوان کی اوسط تراشی سطح کا رقبہ ھ ہے تو اس کے اندر سے گزرنے والے مقناطیسی خطوط قوت کی مجموعی تعداد

$$ن = \frac{4\pi ع ر ھ}{10} (ا - \frac{1}{2} \frac{ص^2}{ل^2})$$

یہ مقناطیسی "فلکس" یا نفاذ امتحانی لچھے کو عَ مرتبہ منقطع کرتا ہے۔ پس پیچوان پر سے برقی رَو کو جاری کرنے یا بند کرنے سے امتحانی لچھا جو خطوط قوت منقطع کرتا ہے انکی تعداد

$$نَ = \frac{4\pi ع عَ ر ھ}{10} (ا - \frac{1}{2} \frac{ص^2}{ل^2})$$

اگر اندفاعی رَو پیما اور امتحانی لچھے کی مجموعی مزاحمت ز اوم ہو تو چونکہ ازروئے کلیہ نائمان (Neaumann) امتحانی لچھے کے سروں پر امالی محرکہ برق $\frac{1}{10^8}$ $\frac{فرنَ}{فرد}$ اولٹ وقوع میں آتا ہے امالی رَو کی قیمت $\frac{1}{10^8 ز}$ $\frac{فرنَ}{فرد}$ امپیر اور مجموعی مقدار برق جو پیچوان پر سے رَو کو جاری کرنے یا بند کرنے سے پیدا ہوتی ہے $\frac{1}{10^8 ز} \int \frac{فرنَ}{فرد} . فرد = \frac{نَ}{10^8 ز}$ کولومب ہے

پس ب = $\frac{نَ}{10^8 ز} = \frac{4\pi ع عَ ر ھ}{10^9 ز} (ا - \frac{1}{2} \frac{ص^2}{ل^2})$ کولومب

یہی مقدار برق اندفاعی رَو پیما پر سے بھی گزرتی ہے۔ اسلئے

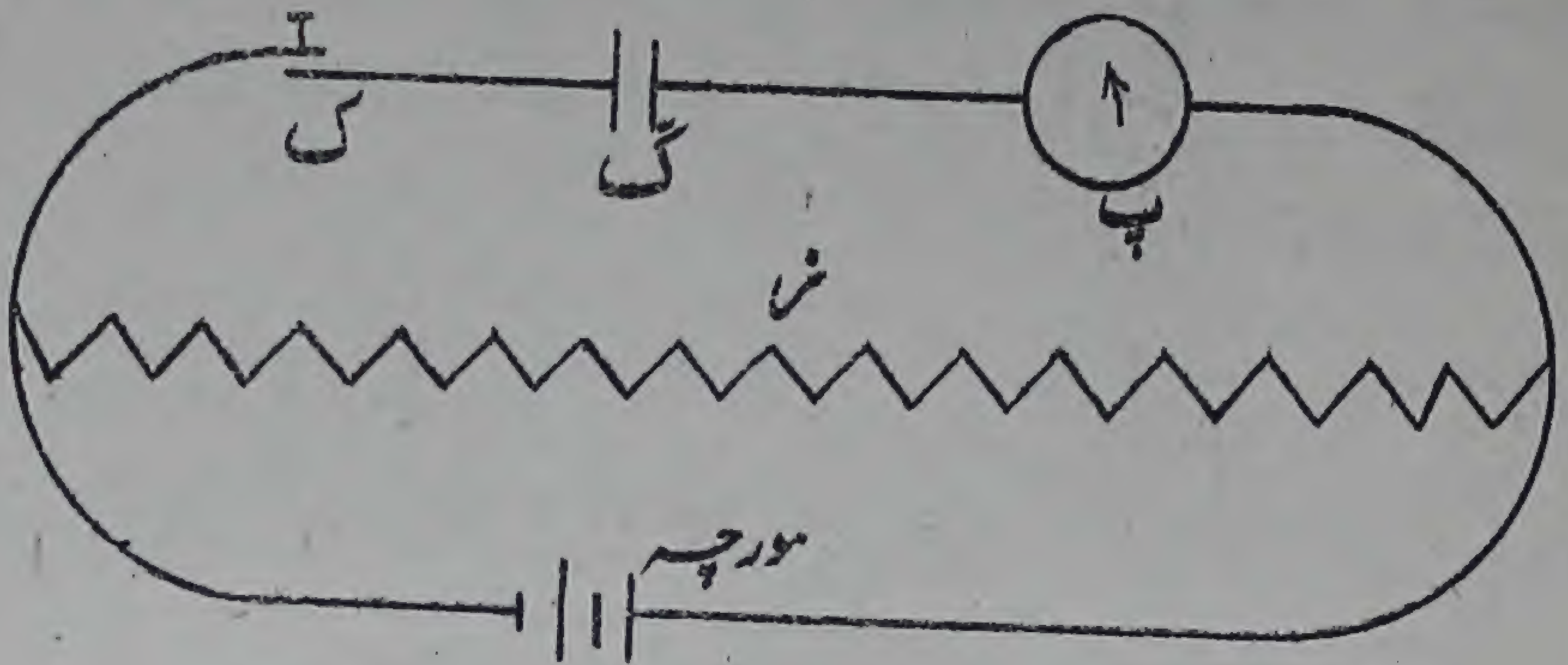
$$\frac{\text{۴}\pi\,\text{ع}\,\text{ع}'\,\text{ں}\,\text{ھ}}{\text{۱۰}^{\text{۹}}\,\text{ذ}}\left(\text{۱} - \frac{\text{۱}}{\text{۲}}\,\frac{\text{ص}^{\text{۲}}}{\text{ل}^{\text{۲}}}\right) = \frac{\text{۱۰}\,\text{ح}\,\text{ف}}{\pi\,\text{م}}\ \text{جب}\ \frac{\text{ع}'}{\text{۲}}\left(\text{۱} + \frac{\text{ل}}{\text{۲}}\right)\text{-}$$

ں کی قیمت مناسب آلہ کے ذریعہ معلوم کرلی جاتی ہے اور $\frac{\text{۱۰}\,\text{ح}\,\text{ف}}{\pi\,\text{م}}$ جو اندفاعی رو پیما کا تعیری مستقل ہے حساب کرلیا جاتا ہے۔ بجائے پیچوان میں برقی رَو جاری کرکے یا بند کرکے مقناطیسی نفاذ پیدا کرنے کے عموماً برقی رَو کو منقلب کے ذریعہ الٹ دیگیہ نفاذ مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ اس کی قیمت ظاہر ہے کہ ں کے دو چند ہوگی۔

یہ طریقہ بالخصوص ڈارسن وال (d' Arsonval) کی قسم کے اندفاعی رَو پیماؤں کی تعیر کے لئے بہت موزوں ہے۔

فصل (۳) اندفاعی رو پیما کے ذریعہ برقی مکثفہ کی مطلق گنجائش کی تعین

مکثفوں کی گنجائش عموماً میکرو فیراڈ میں ناپی جاتی ہے۔ ایک میکرو فیراڈ س 'گ' ث نظام کی برقی مقناطیسی اکائی گنجائش کا $\text{۱۰}^{-\text{۱۵}}$ حصہ ہے۔ جس مکثفہ گ کی گنجائش ناپنا مقصود ہے اس کو شکل (۲) کی طرح اندفاعی رو پیما پ اور کثیر مزاحمت کی کنجی ک کے ساتھ ہمسلسلہ ملاکر سلسلہ کے سروں کو ایک بہت بڑی مزاحمت (کم از کم ۲۰ ہزار اوم) ز کے سروں سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ مزاحمت ز کے سرے معہذا ایک کم مزاحمت اور مستقل م' ب کے برقی مورچہ کے قطبین سے باندھ دیئے جاتے ہیں۔ مورچہ

کے ساتھ ملانے سے مزاحمت ز کے سروں کے مابین ایک معین تفاوت قوہ ت پیدا ہوتا ہے۔ کنجی ک کو جب دباتے ہیں تو مکثفہ کی تختیوں پر برقی بار ب سرایت کرتا ہے جو گ × ت کے مساوی ہے۔ ساتھ ہی

شکل (۲)

اندفاعی رو پیما کی سوئی کو دھکا پہنچتا ہے اور اس کی پہلی "جست" مشاہدہ کرلی جاتی ہے۔ کنجی کو باہر نکال کر رو پیما اور مکثفہ کا دورا توڑ دیا جاتا ہے اور اس کے بعد مکثفہ کی تختیوں کو ڈاٹ کے ذریعہ باہم ملاکر اندفاعی رو پیما کا بار خالی کردیا جاتا ہے۔ پھر ک کو دباکر یہی عمل کئی مرتبہ دوہرایا جاتا ہے اور پہلی "جست" کی اوسط قیمت معلوم کرلی جاتی ہے۔ اندفاعی رو پیما پر سے جو مجموعی مقدار برق گزرتی ہے۔

ب = $\frac{۱۰ ح ق}{م \pi}$ جب $\frac{ع}{۲}$ (۱ + $\frac{ل}{۲}$) کولومب ہے

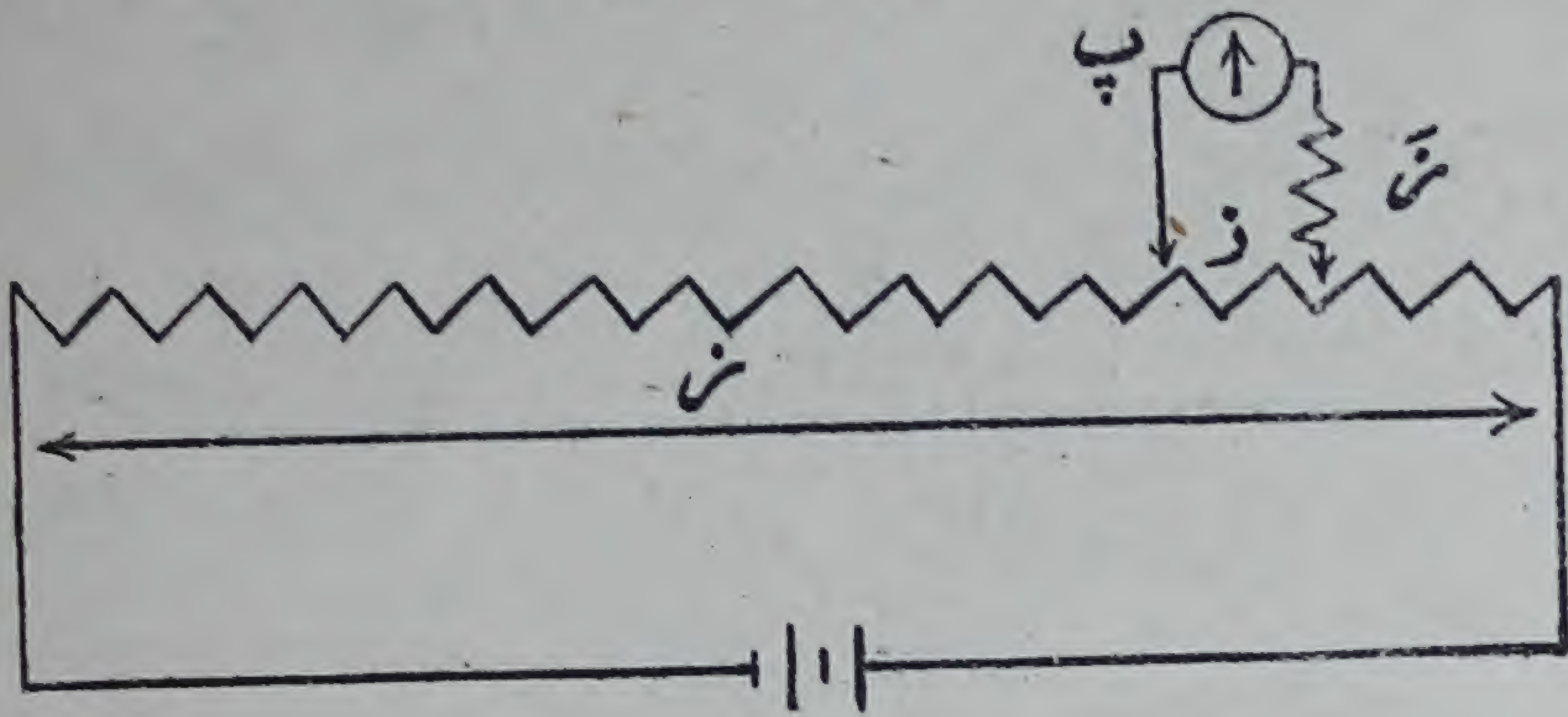
مزاحمت کے سروں کا تفاوت قوہ ت دریافت کرنے

کے لئے مکثفہ کو اندفاعی رو پیما سے علیحدہ کر کے رو پیما کیساتھ ایک مزاحمت کی بکس مزَ شکل (۳) کی طرح لگائی جاتی ہے اور مزَ اور رو پیما کے بقیہ سرے بڑی مزاحمت مز میں سے اس کی ایک چھوٹی معلوم کسر ذ کے سروں سے باندھ دیئے جاتے ہیں۔ گویا ت کی ایک چھوٹی کسر (= ت $\frac{\text{ذ}}{\text{مز}}$) کے ذریعہ اب رو پیما اور اس کے ساتھ کی ہمسلسلہ مزاحمت مزَ پر سے ایک مستقل برقی رو بھیجی جاتی ہے۔ سوئی کے

پ

مزَ

ذ

مز

شکل (۳)

مستقل انحراف کا زاویہ (بہ) مشاہدہ کر لیا جاتا ہے۔ اس کا مماس رو پیما کی رو کے متناسب ہے۔ چنانچہ اگر رو پیما کی مزاحمت مزاپ ہو تو اس کی رو

$$\text{ر} = \frac{\text{ت}\,\frac{\text{ذ}}{\text{مز}}}{\text{مزاپ} + \text{مزَ}} = \frac{\text{۱۰ح}}{\text{م}}\ \text{مس به}$$

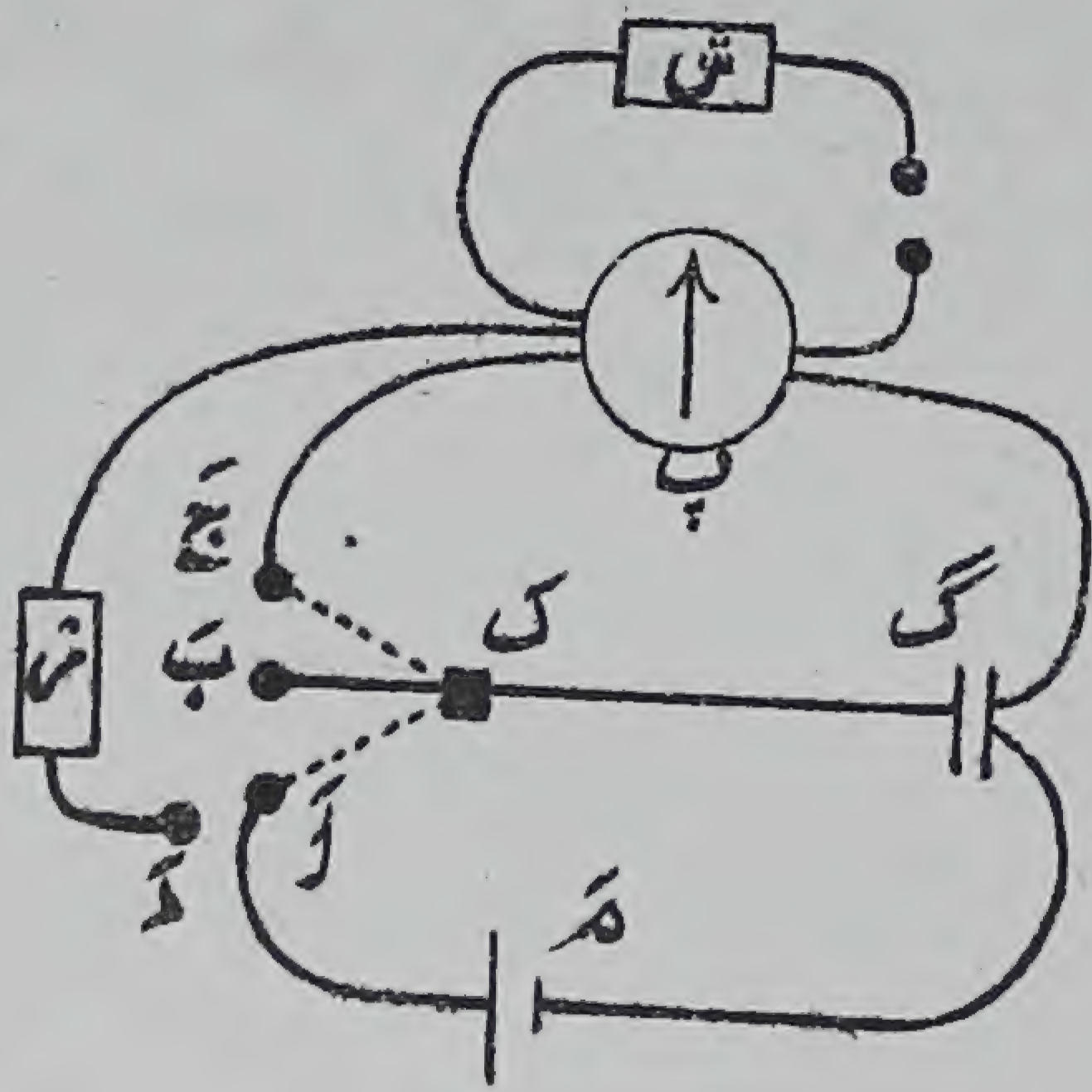
$$\text{پس ت} = \frac{\text{۱۰ح}}{\text{م}}\left(\frac{\text{مزاپ} + \text{مزَ}}{\text{ذ}}\right)\text{مز مس به}$$

$$\text{اور ب} = \frac{\text{۱۰ح ف}}{\text{م}\,\pi}\ \text{جب}\ \frac{\text{ع}}{\text{۲}}\left(\text{۱} + \frac{\text{ل}}{\text{۲}}\right) = \text{گ ت} = \text{گ}\ \frac{\text{۱۰ح}}{\text{م}}\ \frac{(\text{مزاپ} + \text{مزَ})}{\text{ذ}}\ \text{مز مس به}$$

$$\therefore \text{گ} = \frac{\frac{\text{۱۰ح ف}}{\text{م}\,\pi}\ \text{جب}\ \frac{\text{ع}}{\text{۲}}\left(\text{۱} + \frac{\text{ل}}{\text{۲}}\right)\text{ذ}}{\frac{\text{۱۰ح}}{\text{م}}\left(\text{مزاپ} + \text{مزَ}\right)\text{مز مس به}}\ \text{فیراڈے}$$

$$= \frac{\text{ق ذ جب } \frac{\text{ع}}{2}\left(1 + \frac{\text{ل}}{2}\right)}{2\pi \text{ م } (\text{ماپ} + \text{مَ}) \text{ اس بلہ}} \quad \text{فیراڈ}$$

اس کو 10^{6} سے ضرب دینے سے گنجائش کی قیمت میکرو فیراڈ میں نکل آتی ہے۔ تفاوت قوہ ت کی تعیین کے تجربہ میں مزاحمت (ذ) جو بڑی مزاحمت م میں سے لی جاتی ہے رو پیما کی مزاحمت اور مَ سے بہت کم ہونی چاہئے ورنہ مزاحمت م کا قوۂ کا اتار پہلے تجربہ کے مساوی نہ ہوگا۔ اندفاعی رو پیما کی ضابطہ قوتیں تجربہ کے دونوں شعبوں میں ایک ہی ہونی چاہئیں۔ رو پیما جب شکل (۲) کی طرح ترتیب پاتا ہے تب ہی اس کی لوکارتمی تخفیف مشاہدہ کر لینی چاہئے۔ تجربہ کی کامیابی کے لئے مکثفہ بخوبی محجوز رہنا چاہئے ورنہ اس پر کا برقی بار رس جائیگا۔

تنبیہ۔ مکثفہ کی مطلوبہ گنجائش ناپنے کے لئے مصرحہ بالا ترتیب سے ایک بہتر ترتیب شکل (۴) میں بتائی گئی ہے اس میں ک۔ ایک خاص قسم کی محجوز کنجی ہے جس کے ذریعہ (اَ ج کو ملا کر) پہلے مکثفہ گ برقی مورچہ (ھَ) سے برقایا جاتا ہے اس کے بعد فوراً ہی

شکل (۴)

(ب اور ج کو ملا کر) مکثفہ کا بار اندفاعی رو پیما پ پر سے خارج کیا جاتا ہے۔ اس موقعہ پر رو پیما کا شنٹ ش کھلا رکھا جاتا ہے تاکہ سارا بار رو پیما ہی پر سے گزرے۔ پہلی جست کے زاویہ (ع) کی تخمین کی جاتی ہے۔ اور مزاحمت کی بکس نا میں سے کافی مزاحمت نکال کر (اور اگر ضرورت ہو تو رو پیما کے ساتھ شنٹ ش استعمال کر کے) رو پیما کے مستقل انصراف کا زاویہ (به) دریافت کر لیا جائے۔

چونکہ مکثفہ کا برقی بار $\text{ب} = \frac{\text{ح ق}}{\text{م}\,\pi}\ \text{جب}\ \frac{\text{ع}}{2}\left(1+\frac{\text{ل}}{2}\right)$

اور مکثفہ کی گنجائش $\text{گ} = \frac{\text{ب}}{\text{ہَر}}$ (جہاں ہَر سے مراد برقی خانہ کا محرکہ برق ہے)

اس لئے $\text{گ} = \frac{\text{ب}}{\text{ہَر}} = \frac{1}{\text{ہَر}}\ \frac{\text{ح ق}}{\text{م}\,\pi}\ \text{جب}\ \frac{\text{ع}}{2}\left(1+\frac{\text{ل}}{2}\right)$

جب رو پیما پر سے مستقل اور مسلسل رو بہتی ہے تو

$$\text{رو}\ \ \text{نا} = \frac{\text{ح}}{\text{م}}\ \text{مس به}$$

اگر رو پیما کے ساتھ ش مزاحمت کا شنٹ استعمال کیا گیا ہے اور مزاحمت کی بکس میں سے مزاحمت نا لی گئی ہے تو

چونکہ رو پیما پر سے گزرنیوالی رو = دَور کی مجموعی رو $\frac{\text{ش}}{\text{ش}+\text{پ}}$ (یہاں پ = رو پیما کی مزاحمت)

اور شنٹ کیوجہ سے پورے دَور کی مزاحمت $= \text{نا} + \frac{\text{ش پ}}{\text{ش}+\text{پ}} = \frac{\text{ش نا} + \text{پ نا} + \text{ش پ}}{\text{ش}+\text{پ}}$

پس رو پیما پر سے گزرنیوالی رو $= \frac{\text{ہَر}\,(\text{ش}+\text{پ})}{\text{ش نا} + \text{پ نا} + \text{ش پ}} \times \frac{\text{ش}}{(\text{ش}+\text{پ})}$

$$= \frac{م\ ش}{ش\ نا + پ\ نا + ش\ پ} = \frac{ح}{م}\ \text{مس به}$$

یعنے
$$\frac{ح}{م\ م} = \frac{ش}{ش\ نا + پ\ نا + ش\ پ}$$

لہٰذا
$$گ = \frac{ت}{\pi} \times \frac{ش}{ش\ نا + پ\ نا + ش\ پ}\ \frac{جب\ \frac{ع}{۲}\left(۱ + \frac{ل}{۲}\right)}{مس\ به}$$

[اگر شنٹ استعمال نہ ہوا ہو تو اس کے یہ معنے ہوئے کہ ش کی قیمت ∞ ہے۔

پس $\frac{ش}{ش\ نا + پ\ نا + ش\ پ}$ کے شمار کنندہ اور نسب نما دونوں کو ش پہ تقسیم کرنے سے $\frac{۱}{نا + پ + \frac{پ\ نا}{ش}}$ حاصل آتا ہے۔ جب ش بڑھ کر ∞ ہوجاتا ہے تو اس کسر کی قیمت $\frac{۱}{نا + پ}$ ہوجاتی ہے اور ایسی صورت میں

$$گ = \frac{ت\ جب\ \frac{ع}{۲}\left(۱ + \frac{ل}{۲}\right)}{\pi\ مس\ به\ (نا + پ)}\ ]$$

واضح ہو کہ اس طریقہ میں خانہ کا محرکہ برق جاننے کی ضرورت نہیں۔

فصل (۴)۔ اندفاعی رو پیما کے ذریعہ دو برقی خانونکے برقی محرکوں (م، ب) کامقابلہ

ایک ہی مکثفہ جب یکے بعد دیگرے دو برقی خانونکے ذریعہ برقایا جاتا ہے تو اس پر برقی بار بالترتیب م۱ گ اور م۲ گ پیدا ہوتا ہے۔ اندفاعی رو پیما پر سے یہ بار خالی

کئے جاتے ہیں اور پہلی جست کے زاویئے ع_1 اور ع_2 مشاہدہ کرلئے جاتے ہیں۔

چونکہ
$$\text{ب}_1 = \text{ھ}_1\,\text{گ} = \frac{\text{ح ق}}{\pi\,\text{م}}\ \text{جب}\,\frac{\text{ع}_1}{2}\left(1+\frac{\text{ل}}{2}\right)$$

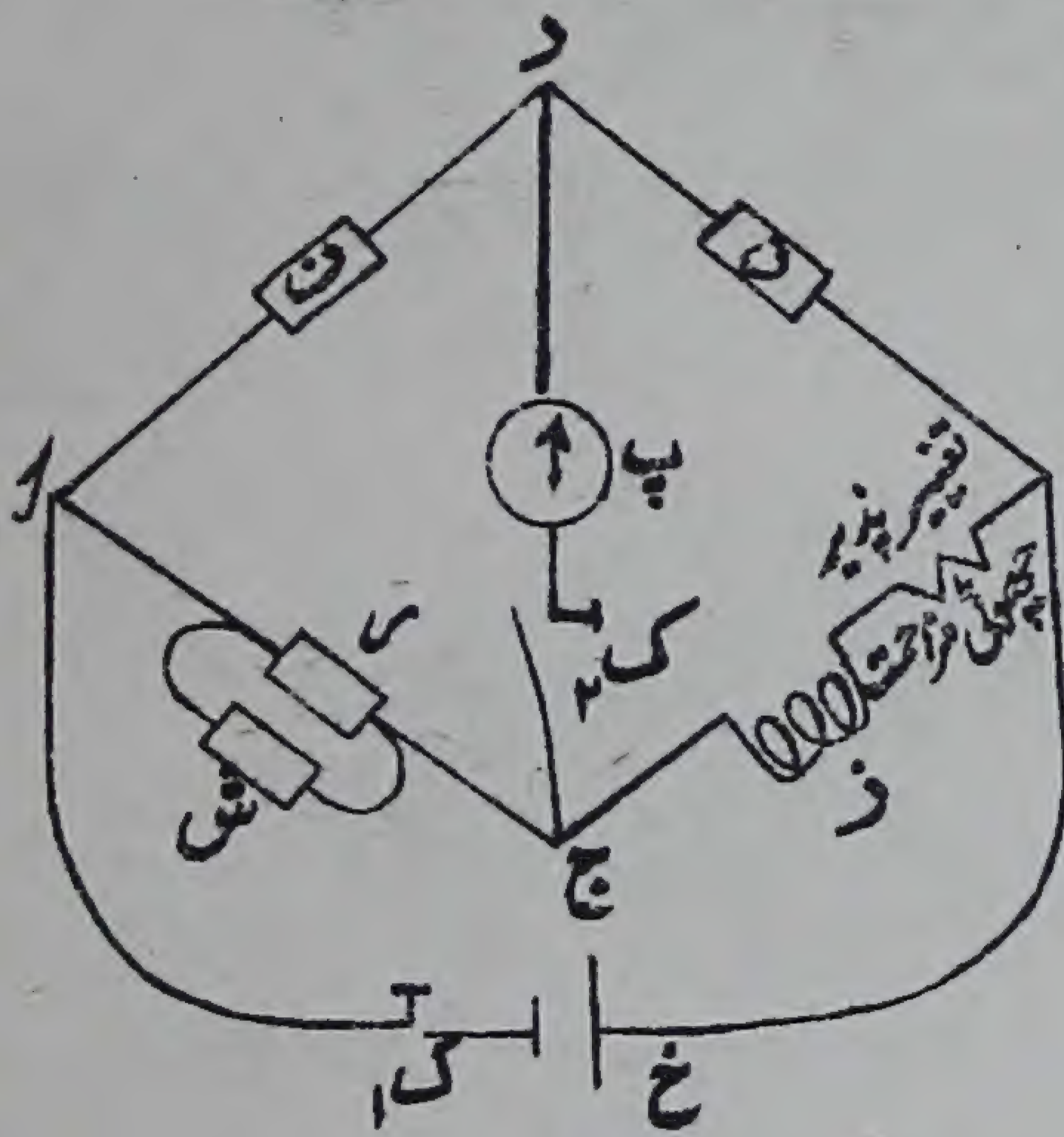
اور
$$\text{ب}_2 = \text{ھ}_2\,\text{گ} = \frac{\text{ح ق}}{\pi\,\text{م}}\ \text{جب}\,\frac{\text{ع}_2}{2}\left(1+\frac{\text{ل}}{2}\right)$$

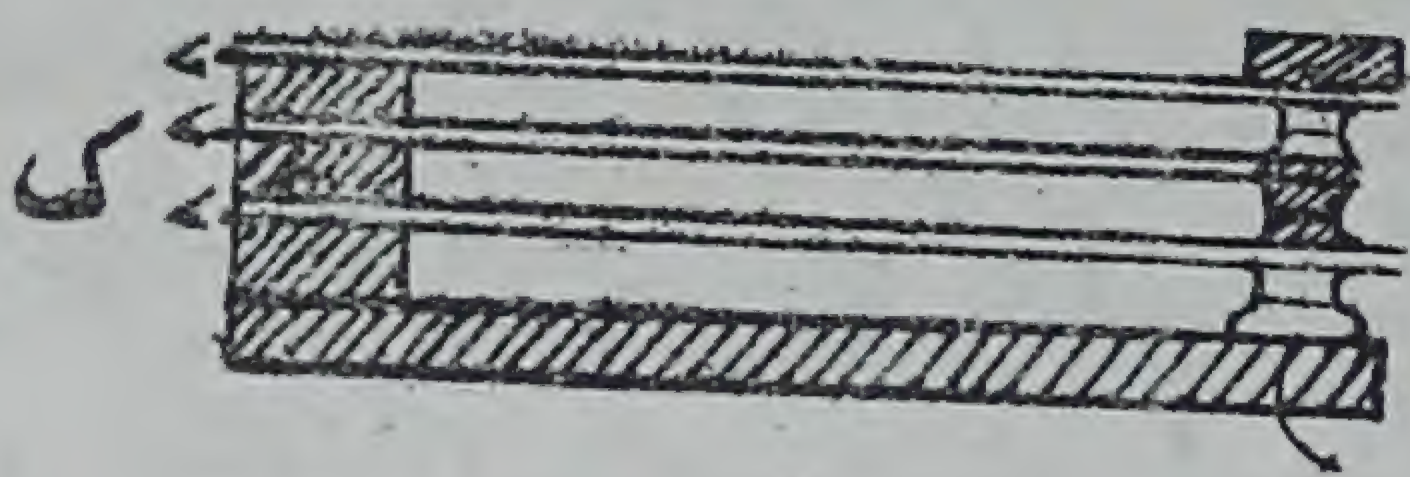
پس
$$\frac{\text{ھ}_1}{\text{ھ}_2} = \frac{\text{جب}\,\frac{\text{ع}_1}{2}}{\text{جب}\,\frac{\text{ع}_2}{2}}$$

یعنے محرکوں کی نسبت پہلی جست کے زاویوں کی جیبوں کی نسبت ہے۔

فصل (۵) ذاتی امالیت کی تعیین

اس کے کئی طریقے ہیں لیکن بنظر سہولت و اختصار ہم یہاں صرف ایک طریقہ بیان کرینگے جس کو ابتداءً کلرک میکسول (Clerk Maxwell) نے تجویز کیا تھا اور بعد کو لارڈ ریلے (Lord Rayleigh) متوفی نے ترتیب دیا۔

شکل (۵) کی طرح وہیٹسٹوں کا پل تیار کیا جاتا ہے۔ پل کے ایک پہلو ب ج میں لچھا جس کی ذاتی امالیت ذ دریافت کرنا مقصود ہے شریک کیا جاتا ہے۔

شکل (۵)

بقیہ تین پہلوؤں میں پوسٹ آفس بکس ف، ق اور س، ش
شریک کئے جاتے رہیں۔ ان میں سے س اور ش باہمدگر
ہمتوازی جوڑے گئے ہیں۔ برقی خانہ خ کی رو ا کے پاس
داخل ہوتی ہے۔ اور ب پر سے خارج ہوتی ہے۔ ج اور د
اندفاعی رو پیما پ کے توسط سے ملائے گئے ہیں اور اس
کے ساتھ ایک کنجی ک۲ بھی شامل ہے۔ برقی خانہ کے ساتھ
بھی ایک کنجی ک۱ شریک ہے۔ اگر رو پیما معلق پچھے کا ہو
تو ک۱، ک۲ کے عوض ایک دوہری کنجی استعمال کی جانی
چاہئے۔ یہ کنجی پیتل کے تین پتروں پر مشتمل ہے جن کا ایک
ایک سرا آبنوسی کندے ک میں بیٹھایا گیا ہے۔ دوسرے
سروں پر ایک جانب پیتلی میخیں اور دوسری جانب آبنوسی
ڈاٹیں لگی ہوئی رہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۶)۔ اس شکل میں کنجی
کا آبنوسی حصہ آڑی لکیریں کھینچکر بتایا گیا ہے کنجی کے
قاعدے پر ایک
پیتل کی گھنڈی
جمائی گئی ہے۔
اَ بَ سرے
برقی خانہ سے
ملائے جاتے ہیں
اور بَ اور جَ

شکل (۶)

سرے رو پیما سے۔ جَ پر دبانے سے کنجی دبتی ہے اور
برقی خانہ کا دَور مکمل ہوتا ہے۔ ساتھ ہی رو پیما کا دَور بھی
مل جاتا ہے۔ جب کنجی ڈھیلی چھوڑ دی جاتی ہے تو پہلے خانہ
کا دَور ٹوٹ جاتا ہے اور چونکہ رو پیما کا دَور ابھی کھلنے نہیں
پایا ہے رو پیما پر برقی دھکے کا اثر محسوس ہوکر وہ اہتزاز کا

متقاضی ہوتا ہے۔ اس عرصہ میں رَو پیما کا دَور بھی مکمل جاتا ہے۔ اور اس لئے اہتزاز بلا روک عمل میں آتے ہیں۔ اگر رَو پیما کا دَور اس موقعہ پر کھول نہ دیا جائے تو کم مزاحمت کے پچھے دور میں شامل ہونے کی وجہ سے اہتزاز بہت جلد قسر ہو جائینگے۔ واضح ہو کہ کنجی کو دبانے سے اَ اور بَ میں آبنوسی ڈاٹوں کی وجہ سے حجز برقرار رہتا ہے۔

پوسٹ آفس کی بکسوں ف، ق، م میں سے پچھے ذ کے تقریباً مساوی مزاحمتیں نکالی جاتی ہیں ف اور ق مزاحمتیں بالکل مساوی ہوتی ہیں۔ پھر پہلو ب ج کی تغیر پذیر چھوٹی مزاحمت کو گھٹا بڑھا کر اور نیز بکس ش کی مزاحمت کو (جو بطور مقدار استعمال کی جاتی ہے اور ابتداءً بہت بڑی ہوتی ہے) حسب ضرورت گھٹا کر پل کو مسلسل رَوؤں کے اعتبار سے ٹھیک توازن کی حالت میں لاتے ہیں۔ اب اگر کنجیاں۔ دبائی جائیں تو پچھے ذ کی امالیت کی وجہ سے ایک موقت رَو بہیگی اور رَو پیما کی سوئی یا پچھے کو جھٹکا ہوگا۔ پہلی جست کا زاویہ عہ مشاہدہ کر لیا جائے۔

چونکہ رَو پیما پر سے مجموعی مقدار برق ب = $\frac{\text{ذ د}_1}{\text{ما غلم}}$ گذرتی ہے۔ جس میں ذ پچھے کی امالیت ہے اور د$_1$ = اعظم برقی رَو جو پہلو ب ج پر سے بہتی ہے اور ما = سارے پل کی مزاحمت اس مجموعی مقدار برق میں سے صرف ایک حصہ رَو پیما پر سے گزرتا ہے۔ اگر اس کسر کو ک سے تعبیر کیا جائے تو

$$\frac{\text{ک ذ د}_1}{\text{ما}} = \frac{\text{ح ن}}{\pi\ \text{م}} \ \text{جب}\ \frac{\text{عہ}}{2}\left(1+\frac{\text{لہ}}{2}\right)$$

یا (اگر معلق پچھے کا رَو پیما ہو تو)

$$\frac{\text{ک ذ د}_1}{\text{ما}} = \frac{\text{م ق عہ}}{2\pi\ \text{ش م}}\left(1+\frac{\text{لہ}}{2}\right)$$

اس کے بعد ذاتی امالیت والے پہلو میں جو چھوٹی تغیر پذیر مزاحمت ہے اس کو خفیف سا (بقدر ز = ۰۱۰ء۰ ادم) اضافہ کرکے اس پہلو کے تفاوت قوہ میں خفیف اضافہ کیا جاتا ہے۔ اگر اب اس پہلو پر سے بہنے والی رَو کو ر۲ فرض کیا جائے۔ (درحقیقت ر۱ اور ر۲ میں تھوڑا ہی فرق ہوگا)۔ تو پل کے توازن میں خلل پیدا کرنے والا محرکہ برق اس پہلو میں ر۲ ذ ہے۔ اس کی تقسیم بھی پل کی مزاحمتوں میں ایسی ہی ہوگی جیسے ذاتی امالیت کے سبب محرکہ کی تقسیم ہوئی تھی۔

پس رو پیما کے پہلو میں محرکہ برق = ک ر۲ ذ اور برقی رو = $\frac{\text{ک}\,\text{ر}_۲\,\text{ذ}}{\text{ن}_۱}$ یہ رو مستقل ہے اور اسکی وجہ سے مسلسل انصراف (به) وقوع میں آئیگا۔ لہذا

$$\frac{\text{ک}\,\text{ر}_۲\,\text{ذ}}{\text{ن}_۱} = \frac{\text{ح}}{\text{م}}\ \text{س به}$$ اگر معلق سوئی کا رَو پیما ہے۔

[یا $$\frac{\text{ک}\,\text{ر}_۲\,\text{ذ}}{\text{ن}_۱} = \frac{\text{ھ به}}{\text{س ح}}$$ اگر معلق لچھے کا رَو پیما ہے۔]

پس لچھے کی ذاتی امالیت $$\text{ذ} = \frac{\text{ر}_۲\,\text{ذ}}{\text{ر}_۱} \times \frac{\text{ق}}{\pi} \times \frac{\text{جب}\,\frac{\text{ع}}{۲}\left(۱+\frac{\text{ل}}{۲}\right)}{\text{س به}}$$

{یا $$\text{ذ} = \frac{\text{ر}_۲\,\text{ذ}}{\text{ر}_۱} \times \frac{\text{ق}}{۲\pi} \times \frac{\text{ع}\left(۱+\frac{\text{ل}}{۲}\right)}{\text{به}}$$ }

برقی روؤں ر۲ اور ر۱ کی نسبت کی تعیین کے لئے یہ بات یاد رکھنی چاہیئے کہ مستقل انصراف کی وضع میں رو پیما پر سے بہت ہی قلیل رو بہتی ہے۔ رَو پیما بہت حساس ہوتا ہے اس لئے باوجود قلت رَو معتدبہ انصراف وقوع میں آتا ہے۔ پس اگر یہ فرض کرلیا جائے کہ رو پیما پر سے

تقریباً صفر رَو بہتی ہے تو اُ ب کے درمیانی تفاوتِ قوہ کو ت مان کر

$$\text{ر}_1 = \frac{\text{ت}}{\left(\frac{\text{م ش}}{\text{م + ش}}\right)^2} \quad \text{اور} \quad \text{ر}_2 = \frac{\text{ت}}{\left(\frac{\text{م ش}}{\text{م ش}}\right)^2 + \text{ر}}$$

اس لئے کہ ابتداءً مسلسل روؤں کے اعتبار سے پُل کے توازن میں ف اور ق مزاحمتیں ٹھیک مساوی لی گئی تھیں۔

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ر}_2}{\text{ر}_1} = \frac{\frac{2\,\text{م ش}}{\text{م + ش}}}{\frac{2\,\text{م ش}}{\text{م + ش}} + \text{ز}} = \frac{2\,\text{م ش}}{2\,\text{م ش} + \text{ز}\,(\text{م + ش})}$$

$\frac{\text{ر}_2}{\text{ر}_1}$ کی قیمت معلوم کر لینے کے بعد لچھے کی ذاتی امالیت ذ حساب کر لی جاسکتی ہے۔ واضح ہو کہ اگر مزاحمتیں اوہموں میں ناپی جائیں تو ذ کی قیمت امالیت کی عملی اکائیوں یعنے ھنریوں (Henries) میں حاصل ہوگی۔

اس تجربہ میں کم مزاحمت کے اندفاعی رو بیما کا استعمال مناسب ہے۔

فصل (۶)۔ دو لچھوں کی باہمی امالیت کی تعیین

اصل کتاب میں قبل ازیں باہمی امالیت کی تعریف ہو چکی ہے۔ ایک لچھے پر سے جب اکائی برقی رو بہتی ہے تو دوسرے لچھے میں جو مقناطیسی خطوط قوت پیدا ہوتے ہیں تعداد میں ان لچھوں کی باہمی مزاحمت کے برابر ہوتے ہیں۔

پس اگر اعظم قیمت م کی رو باہمی امالیت ہم کے لچھوں میں سے ایک پر سے بہے تو دوسرے لچھے کے

گرد بھ ر مقناطیسی خطوطِ قوت پیدا ہوتے ہیں۔ پہلے پچھے کی رو کی تبدیلی کے ساتھ دوسرے پچھے کے خطوط قوت کی تعداد میں بھی تبدیلی ہوتی ہے، جس کی وجہ سے دوران تبدیلی اس دوسرے پچھے پر ایک امالی م ب عمل کرتا ہے۔ اگر رو کی قیمت کسی وقت بھی (د) ہو تو یہ م ب عدداً = $\frac{\text{فر (بھ د)}}{\text{فر ق}}$ ۔ چونکہ پچھوں میں لوہے کی قسم کی کوئی مقناطیسی خواص کی شے نہیں ہے، اس لئے بھ برقی رو کے غیر تابع ہے اور م ب کی قیمت عدداً = بھ $\frac{\text{فر د}}{\text{فر ق}}$

پہلے پچھے پر سے برقی رو (د) بہتے وقت ثانوی پچھے پر سے اگر برقی رو (دَ) بہے اور اس کی ذاتی امالیت ذ ہو تو اس ثانوی پچھے پر ایک مزید محرکہ برق ذ $\frac{\text{فر دَ}}{\text{فر ق}}$ عمل کریگا۔ ثانوی پچھے کی مجموعی مزاحمت کو ر مان کر محض عددی قیمتوں کی بلا لحاظ علامت تعیین کی جائے تو

$$\text{ر دَ} = \text{ذ} \frac{\text{فر دَ}}{\text{فر ق}} + \text{بھ} \frac{\text{فر د}}{\text{فر ق}}$$

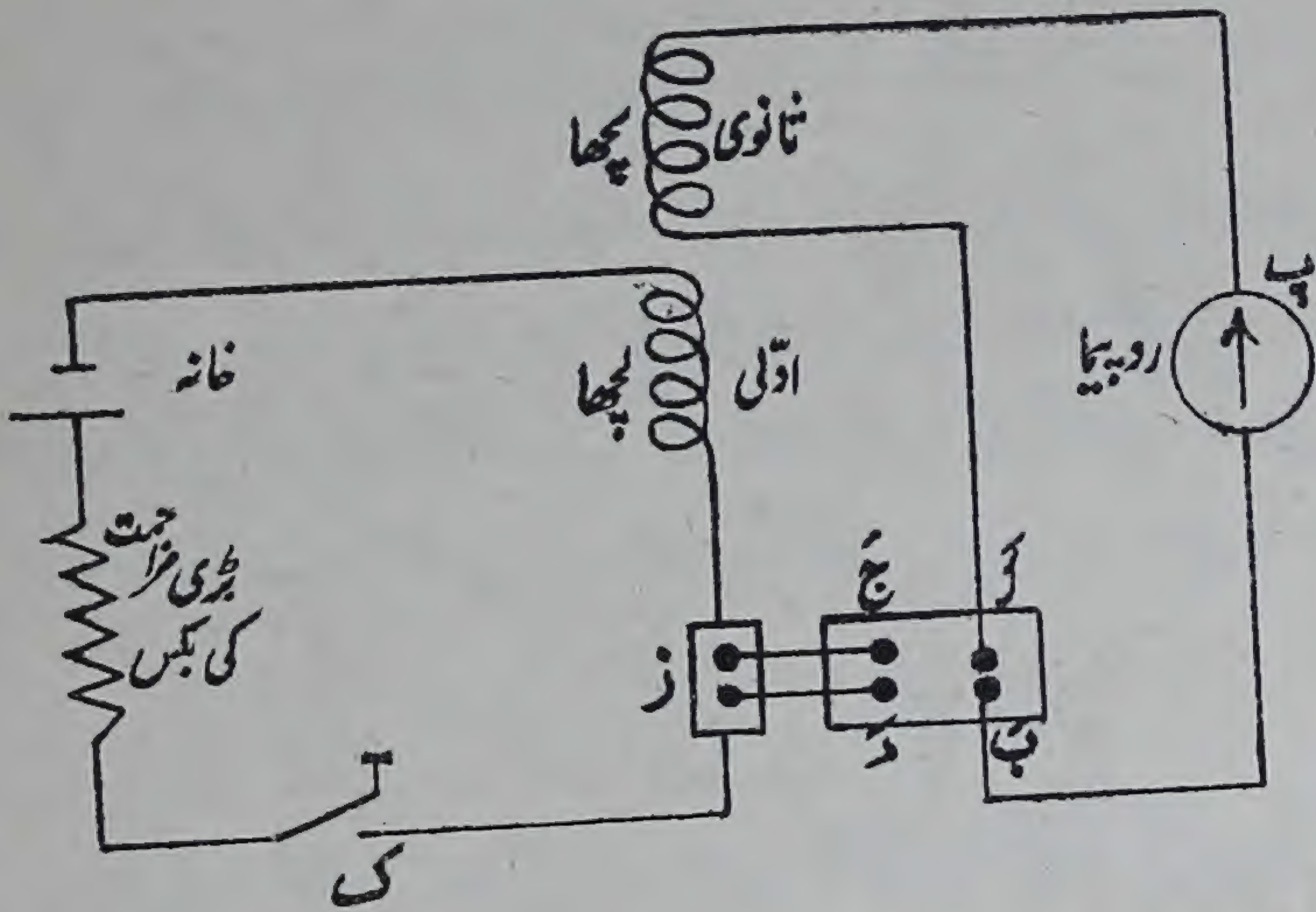
پس مجموعی مقدار برق جو اس ثانوی پچھے پر سے د کی قیمت اعظم یعنے ا ہونے تک گزرتی ہے۔

$$\text{ب} = \int \text{دَ فر ق} = \frac{\text{ذ}}{\text{ر}} \int \text{فر دَ} + \frac{\text{بھ}}{\text{ر}} \int \text{فر د}$$

دَ کی قیمت ابتداءً اور نیز ختم مدت مذکورہ پر صفر ہوتی ہے، لہذا $\frac{\text{ذ}}{\text{ر}} \int \text{فر دَ} = 0$

اور ب = $\frac{\text{بھ}}{\text{ر}} \int \text{فر د} = \frac{\text{بھ}}{\text{ر}}$ ا.

پس اگر اندفاعی رو پیما کے ذریعہ اس مقدار برق ب کی تعیین کرلی جائے تو لچھوں کی باہمی امالیت بھی دریافت ہوجاتی ہے۔ شکل (۷) میں ثانوی لچھا اندفاعی رو پیما کیساتھ بذریعہ ایک چوراہی منقلب کے ملایا گیا ہے۔ اگر ضرورت ہو تو رو پیما کے ساتھ شنٹ بھی لگا دیا جاسکتا ہے۔ اوّلی لچھا بتوسط ایک تغیر پذیر بڑی مزاحمت کی بکس اور چھوٹی ($\frac{1}{10}$ یا $\frac{1}{100}$ اوم) مزاحمت (ذ) کے برقی خانہ سے ملادیا جاتا ہے۔

ثانوی لچھا
اوّلی لچھا
خانہ
بڑی مزاحمت کی بکس
رو پیما
پ
ج
ی
ز
د
ب
ک

شکل (۷)

ثانوی لچھے اور رو پیما کی مجموعی مزاحمت ز ہے۔ پہلے چوراہی منقلب کے جوڑ ی اور ب ملادیے جاتے ہیں۔ مزاحمت کی بکس میں سے کافی مزاحمت نکالکر کنجی ک کو دبانے سے رو پیما کی سوئی یا معلق لچھے کو جھٹکا پہنچتا ہے۔ اس کی جست ع مشاہدہ کرلی جاتی ہے۔ بعد ازاں

بجائے اَ بَ کو ملانے کے اَ کو جَ کے ساتھ اور بَ کو دَ کے ساتھ ملایا جاتا ہے۔ کَ کو دبا رکھنے سے رو پیما بہ سے ایک مسلسل رَو بہتی ہے۔ اس کی وجہ سے اس میں جو مستقل انصراف پیدا ہوتا ہے مشاہدہ کر لیا جاتا ہے۔

چونکہ برقی خانہ کے دَور میں سے اب تقریباً ز ر. محرکہ برق لیکر رو پیما کے دَور میں سے رَد بہائی جاتی ہے اسکی قیمت $\frac{\text{ز ر.}}{\text{زا}}$ ہے۔

$$\text{پس}\quad \text{ب} = \frac{\text{ح و}}{\text{م}\,\pi}\ \text{جب}\,\frac{\text{عہ}}{۲}\left(۱+\frac{\text{لہ}}{۲}\right) = \frac{\text{بھ ر.}}{\text{زا}}$$

$$\text{اور}\quad \frac{\text{ز ر.}}{\text{زا}} = \frac{\text{ح}}{\text{م}}\ \text{مس بہ}$$

} اگر معلق سوئی کا رو پیما ہے

$$\text{یا}\quad \text{ب} = \frac{\text{ھ و عہ}}{۲\pi\ \text{ش ح}}\left(۱+\frac{\text{لہ}}{۲}\right) = \frac{\text{بھ ر.}}{\text{زا}}$$

$$\text{اور}\quad \frac{\text{ز ر.}}{\text{زا}} = \frac{\text{ھ بہ}}{\text{ش ح}}$$

} اگر معلق پچھے والا رو پیما ہے

$$\text{لہذا}\quad \text{بھ} = \frac{\text{و ز}}{\pi}\ \frac{\text{جب}\,\frac{\text{عہ}}{۲}}{\text{مس بہ}}\left(۱+\frac{\text{لہ}}{۲}\right)$$

$$\text{یا}\quad = \frac{\text{و ز}}{۲\pi}\ \frac{\text{عہ}}{\text{بہ}}\left(۱+\frac{\text{لہ}}{۲}\right)$$

} ہنریوں میں اگر مزاحمت اوہموں میں ناپی جائے

اگر شنٹ یا مزاحمت کے ذریعہ عہ اور بہ تقریباً مساوی بنائے جائیں تو مناسب ہوگا۔ معلق پچھے والے رو پیما کے اہتزاز زیادہ قسر نہ ہونے کی غرض سے بجائے کَ کے دوہری کنجی استعمال کی جانی چاہیئے جیسا کہ قبل ازیں سمجھایا گیا ہے۔

فصل (۷)۔ برق پاشیدوں کی مزاحمت کی تعیین

ویٹسٹون کے پل پر سے راست برقی رَو بہاکر برق پاشیدے کی مزاحمت (مثل فلزی موصلوں کے) دریافت نہیں کی جاسکتی اس لئے کہ برق پاشیدگی میں برقیرہوں کے مابین عموماً ایک رجعی محرکہ برق عمل کرتا ہے جو برقیرہوں کے پاس مایع کی کیمیائی ترکیب کی تبدیلی سے وقوع میں آتا ہے۔ اگر برق پاشیدگی سے گیس پیدا ہوتی ہے تو برقیرہوں کے گرد جمع ہوکر تکثفہ کی سی کیفیت پیدا کرتی ہے جس کی وجہ سے پیچیدگی میں اضافہ ہوتا ہے۔ اس لئے راست رَو کے ذریعہ معمولی طریقوں سے صرف اسی صورت میں برق پاشیدے کی مزاحمت کی تعیین ہوسکتی ہے جبکہ مناسب مادے کے برقیرہ استعمال کرکے تقطیب صفر کردی جاتی ہے مثلاً نیلے طوطے کے حل میں تانبے کے برقیرہ داخل کرکے طریقہ تبادلہ یا ویٹسٹونکے پل کے ذریعہ حل کی مزاحمت دریافت کیجاسکتی ہے۔ قوہ پیما کے طریقہ سے بھی برق پاشیدوں کی مزاحمت کی تعیین بذریعہ راست رَو ممکن ہے۔ لیکن سب سے آسان اور مقبول طریقہ کولراوش (Kohlrausch) کی ایجاد ہے جس میں بجائے راست رَو کے برق پاشیدے میں سے متبادل برقی رَو بہائی جاتی ہے۔

کولراوش کی تحقیقات سے ثابت ہوتا ہے کہ اگر برقیرہوں کے مابین تفاوتِ قوہ ت قائم کیا جائے اور ر اور ر برق پاشیدے کی مزاحمت اور اس میں سے بہنے والی رَو ہوں تو

$$\text{ت} = \text{نا}\,\text{د} + \text{م}^{-1}\int \text{د فرق}$$

یہاں م ایک مستقل ہے جو برقیر ہوں کی **نوعیت** اور ان کی سطح کے رقبہ کے تابع ہے۔ [ق = **وقت** اور فرق اس کا تفرقی۔ چونکہ $\int$ د فرق = مقدار برق جو ایک معینہ مدت میں برق پاشیدے میں سے گزرتی ہے ظاہر ہے کہ م بمنزلہ برقی گنجائش کے متکافی کے ہے۔] اب فرض کرو بجائے راست **تفاوت** قوہ کے برقیر ہوں پر متبادل تفاوت قوہ عامل ہے۔ اور بنظر سہولت اس کی تبدیلی کا قاعدہ سادہ موسیقی ہے۔ اگر ت ب سے مراد اس تفاوت قوہ کی اعظم قیمت ہے تو

$$\text{نا}\,\text{د} + \text{م}\int \text{د فرق} = \text{ت جب ع ق}$$

ع اس متبادل تفاوت قوہ کے دورِ تبدیلی کے تابع ہے چنانچہ یہ دور = $\frac{2\pi}{\text{ع}}$ یا اگر فی ثانیہ ن مرتبہ تبدیلی دقوع میں آتی ہے تو ن = $\frac{\text{ع}}{2\pi}$ ۔

مصرحہ بالا جملہ کو تفرقانے سے

$$\text{نا}\frac{\text{فرد}}{\text{فرق}} + \text{ھ د} = \text{ت ع جم ع ق}$$

اس تفرقی مساوات کو حل کرنے سے برقی رو کی آخری **قیمت** (د) یہ نکل آتی ہے:

$$\text{د} = \frac{\text{ت}}{\text{نا}\left(1 + \frac{\text{ھ}^2}{\text{نا}^2\,\text{ع}^2}\right)^{\frac{1}{2}}}\ \text{جب}\,(\text{ع ق} + \text{ب})$$

جس میں (ب) سے مراد وہ زاویہ ہے جس کا

$$\text{مماس} = \frac{\text{م}}{\text{ن ا ع}}$$

واضح ہو کہ د کی اس قیمت میں قوت نمائی رقوم درج نہیں ہیں اس لئے کہ تفاوت قوہ کا عمل شروع ہونے کے کچھ ہی مدت بعد ان کا اثر ناقابل لحاظ ہو جاتا ہے۔

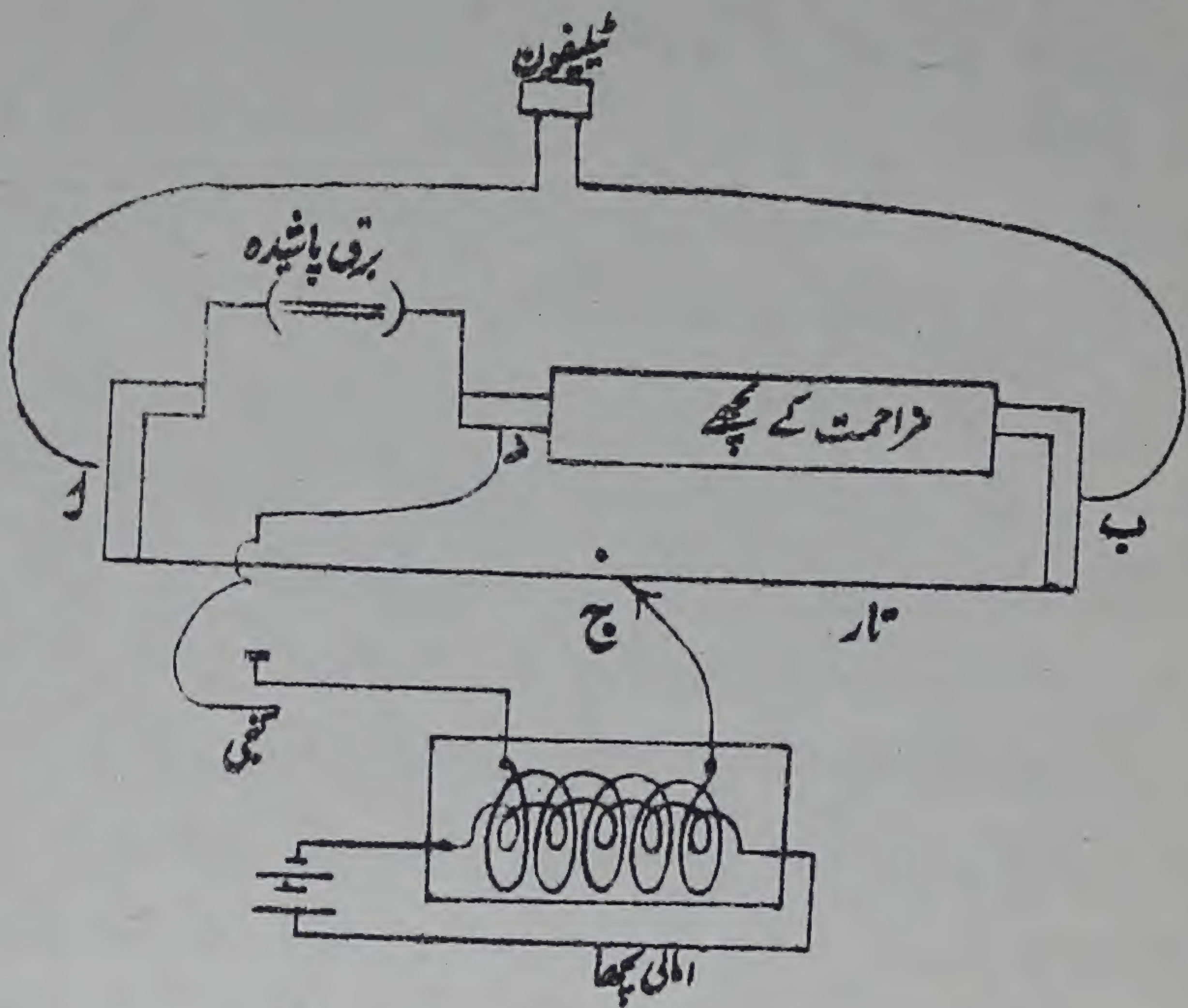
اگر م کی قیمت صفر ہو (یعنے اس کے متکافی کو جو بمنزلۂ گنجائش ہے بہت بڑا تصور کیا جائے) تو

$$\text{د} = \frac{\text{ت}}{\text{ن ا}} \text{ جب ع و}$$

کولراوشس کے تجربوں سے معلوم ہوتا ہے کہ م جس کو ہم "تقطیب کی قدر" کہ سکتے ہیں برقیروں کی سطح کے رقبہ کے ساتھ تقریباً بالعکس بدلتی ہے۔ اگر برقیروں پر پلاٹینم کا باریک سفوف جمایا جائے (کیمیائی عمل سے) تو م کی قیمت بہت گھٹ جاتی ہے غالباً اس وجہ سے کہ اب برقیرہ کی مجموعی سطح بڑھ جاتی ہے۔ د کے لئے جو جملہ لکھا گیا ہے اس کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ برق پاشیدے کی مزاحمت ن کو بڑھانے سے اور دَورِ تبدیلی ع کی قیمت میں اضافہ کرنے سے م کا اثر بالکل ناقابل لحاظ کردیا جاسکتا ہے

پلاٹینم کے برقیروں پر پلاٹینم کا سفوف طرح دینے کا ایک قابل اعتماد طریقہ یہ ہے کہ ایک حصہ پلاٹینک کلورائیڈ ۰۰۸ء۰ حصہ لیڈ ایسیٹیٹ کو ۳۰ حصہ

پانی میں حل کیا جائے اور برقیروں کو اچھی طرح صاف کر کے اس حل میں ڈبویا جائے۔ پھر مناسب برقی رو تھوڑی دیر ایک سمت میں اور پھر اس کے مخالف سمت میں بہائی جائے تاکہ دونوں برقیروں پر پلاٹینم کا مضبوط استر چڑھ جائے۔ اس کے بعد ان برقیروں کو دھو کر ایک عرصہ تک کشید کئے ہوئے پانی میں رکھنا چاہئیے

متبادل رو پیدا کرنے کے لئے دو مکورف کا پچھا استعمال کیا جاسکتا ہے۔ آلات بموجب شکل (۸) ترتیب دئے جائیں

شکل (۸)
کولراؤش کا پل

جو معمولی ویٹسٹون کے پل کی ترتیب کے مشابہ ہے۔ ا ب میٹری پل (یا قدہ میٹری پل) کا برہنہ تار ہے اسکے

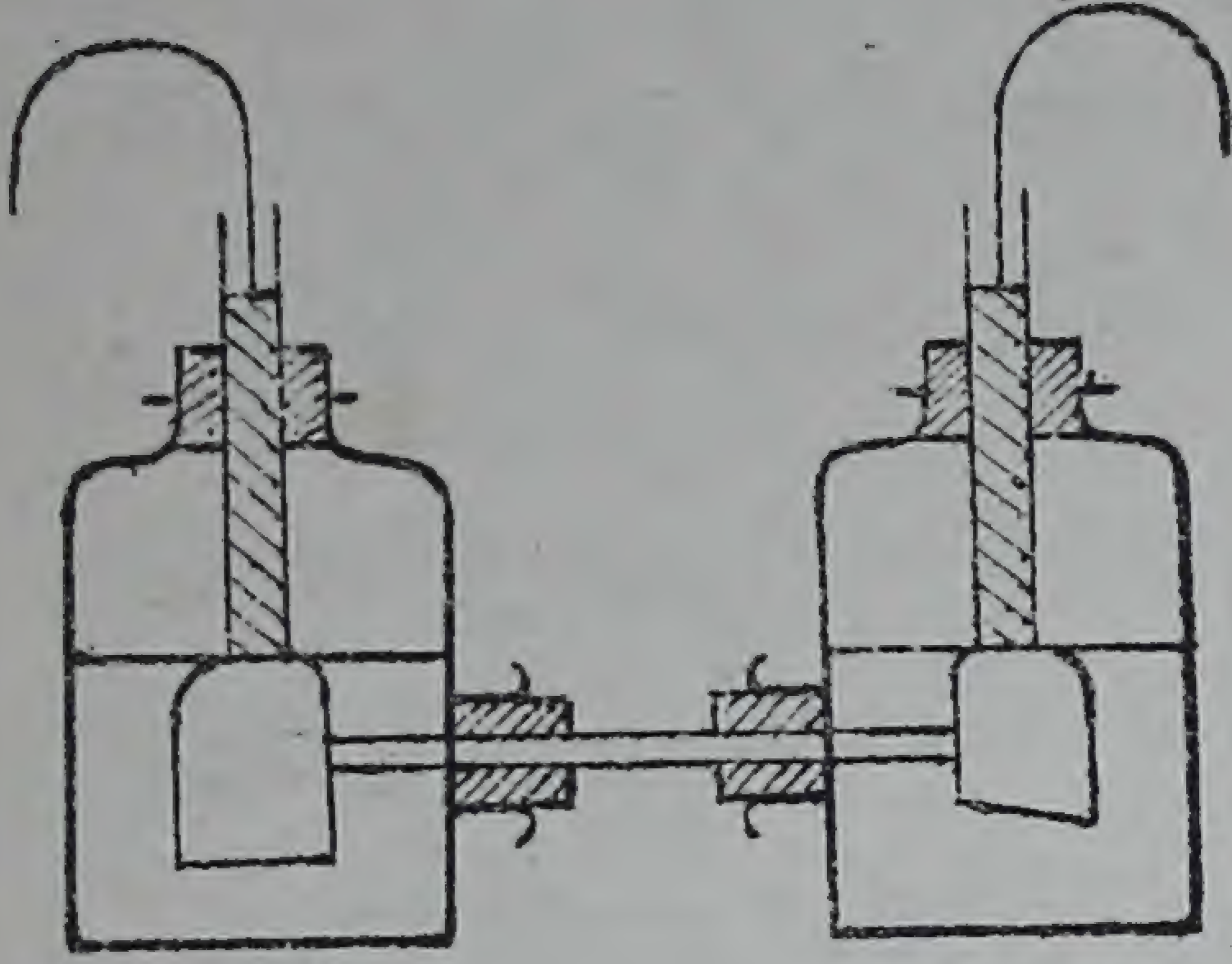
مقابل میں برق پاشیدے کا ظرف ا د اور مزاحمت کے بچھے د ب بہسلسلہ جوڑے جاتے ہیں۔ د کو بتوسط ایک کنجی کے رو نکورف کے بچھے کے ثانوی پیچوان سے ملاتے ہیں اور ا ب سرے کافی لمبے تاروں کے ذریعہ ایک معمولی ٹیلیفون کے سروں سے باندھ دیئے جاتے ہیں۔ رو نکورف کے بچھے کے اولی پیچوان سے دو ڈینیل کے خانوں کو ملاکر اس پر سے برقی رو جاری کی جاتی ہے۔ یہ برقی رو بچھے کی بناوٹ کی وجہ سے فی ثانیہ کئی مرتبہ پابندی کے ساتھ ٹوٹتی اور جاری ہوتی ہے۔ جس سے ثانوی پیچوان میں متبادل رو پیدا ہوتی ہے۔ مزاحمت کے بچھوں میں سے کافی مزاحمت نکال کر پل کا نقطۂ توازن تار کے وسطی مقام کے قریب لایا جاتا ہے۔ توازن کی حالت میں ٹیلیفون میں اقل آواز سنائی دیگی۔ ٹیلیفون کو آلات سے کافی دور کان سے لگاکر امتحان کرنا چاہیئے تاکہ بچھے کے ہتھوڑے کی حرکت سے جو آواز نکلتی ہے حائل نہ ہو۔ مطلق سکوت غالباً ج کی کسی وضع میں بھی محسوس نہ ہوگا۔ اس لئے کوشش اس امر کی کیجانی چاہیئے کہ اقل آواز کی وضع دریافت کی جائے اس اقل آواز کے مقام سے تقریباً مساوی فاصلوں پر آواز کی حدت مساوی ہوگی۔ ذرا سی مشق کرنے سے معلوم ہوسکتا ہے کہ قریب کے دو مقاموں میں کہاں کہاں حدت آواز مساوی ہے۔ ان کے دریافت کرنے کے بعد انکے بیچ کا مقام نقطہ توازن ہوگا۔

اگر تار کے حصص ا ج اور ج ب کے طول معلوم کرلئے جائیں تو برق پاشیدے کی مزاحمت حساب کرلی جاسکتی ہے۔

$$\frac{\text{برق پاشیدے کی مزاحمت}}{\text{مزاحمت کے پھوٹکی مستقلہ مزاحمت}} = \frac{\text{طول ا ج}}{\text{〃 ب ج}}$$

بازار میں کولراوش کی طرز کے بنے بنائے پل ملتے ہیں ان میں $\frac{\text{ا ج}}{\text{ب ج}}$ نسبت پیمانہ پر راست درج ہوتی ہے

برق پاشیدے کی نوعی مزاحمت دریافت کرنے کے لئے دو طریقے اختیار کئے جا سکتے ہیں۔ ایک طریقہ یہ ہے کہ پلاٹینم کے برقیروں کے تاروں کو شیشے کی تنگ نلیوں میں سکے داخل کر کے نلیوں کا ایک ایک سرا گلا کر بند کر دیا جائے۔ (یہ وہ سرا ہوگا جس کے اندر سے تار پہلے داخل کیا جاتا ہے)۔ شیشے کے دو بوتلیں لی جانی چاہئیں جن کے بازو میں ایک ایک کافی بڑا سوراخ ہو۔ ان سوراخوں میں سے ایک لمبی یکساں اندرونی تراش کی شیشے کی کسیقدر تنگ نلی داخل کیجاتی ہے۔ پہلے اس کے سروں کو گھس کر نلی کے محور کے ٹھیک علی القوائم مستوی تیار کئے جاتے ہیں۔ نلی کا طول کافی صحت سے ناپ لیا جاتا ہے اور نلی کو دو مناسب ماڈے کے اور ٹھیک بیٹھنے والے کاگوں کے ذریعہ بوتلوں کے پہلوئی سوراخوں میں جما دیا جاتا ہے۔ بوتلوں میں برق پاشیدہ کافی مقدار میں بھر دیا جاتا ہے اور برقیروں کی نلیوں میں پارا ڈالکر برقیرہ انتصاباً بوتلوں کے اندر داخل کئے جاتے ہیں اور بذریعہ کاگ مناسب وضعوں میں بٹھا دئے جاتے ہیں۔ آڑی نلی کے سرے ان برقیروں کے وسطی حصوں کے سامنے بالکل قریب ہونے چاہئیں۔

ملاحظہ ہو شکل (۹)۔ اب فرض کر لیا جا سکتا ہے کہ نلی میں جتنا برق پاشیدہ بھرا گیا ہے صرف اسی کی مزاحمت ناپی جاتی ہے۔ چونکہ نلی کی اندرونی تراشِ عمودی اور اس کا طول صحت کے ساتھ ناپے جا سکتے ہیں اسلئے برق پاشیدے کی نوعی مزاحمت کی تعیین ہو جاتی ہے۔

شکل (۹)

نظری نقطۂ خیال سے نوعی مزاحمت سے زیادہ مفید برق پاشیدے کی نوعی موصلیت کا دریافت کرنا ہے۔ نوعی موصلیت نوعی مزاحمت کی متکافی ہے۔ حل پذیر نمک کا معیاری حل (طبعی یا نصف طبعی) تیار کرکے اس کی نوعی موصلیت (خاص تپش پر) دریافت کی جائے تو مناسب ہوگا۔ اس سے اس حل کی سالمی موصلیت حساب کرلی جاسکتی ہے۔

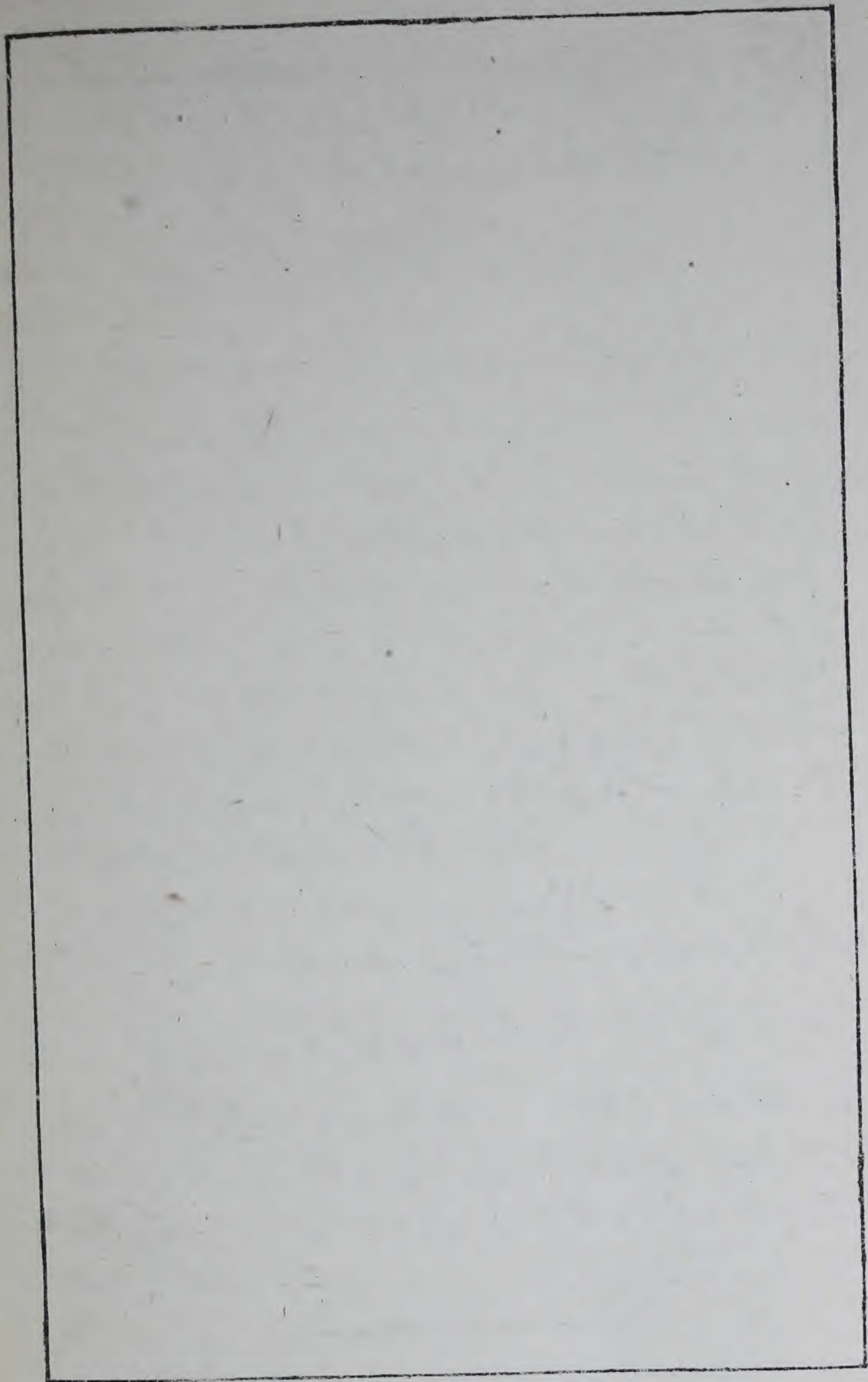
اگر نمک کا سالمی وزن (س) ہو تو اس کے س گرام کو (یعنے گرام سالمہ کو) پانی میں حل کرکے ایک لیٹر حل بنانے سے طبعی حل تیار ہوگا۔ حل کے ایک لیٹر میں "معادل" گرام سالموں کی جو تعداد ہوتی ہے اگر اس پر حل کی نوعی موصلیت کو تقسیم کریں تو "سالمی موصلیت"

حاصل آتی ہے۔
اگر معمولی گلاس میں برق پاشیدہ ڈالکر اس کی مزاحمت دریافت کر لی جاتی ہے تو اس کی نوعی موصلیت

$$ص = \frac{م}{\text{برق پاشیدے کی مزاحمت برقیرہونکے مابین}}$$

جہاں م ایک مستقل ہے جو برقیرہوں کے درمیانی فاصلہ اور برق پاشیدے کے ظرف کے ابعاد کے تابع ہے۔ م کی تعیین کے لئے ایک معلوم نوعی موصلیت کا برق پاشیدہ (موصلیت کی جدولوں کو ملاحظہ کرکے) تیار کیا جاتا ہے اور اس کو اسی ظرف میں ڈالکر اور پیشتر ہی کے فاصلہ پر رکھ کر اس کی مزاحمت ناپی جاتی ہے۔ م کی قیمت معلوم ہو جانے کے بعد گویا اس ظرف کی تعییر ہوجاتی ہے اور اس کے ذریعہ مختلف برق پاشیدوں کی (یا ایک ہی برق پاشیدے کی مختلف ارتکازی حالت میں) نوعی موصلیت دریافت کی جاسکتی ہے۔

نوٹ ان تجربوں میں برق پاشیدوں کی تپش مستقل رکھنی چاہیے ورنہ اس کا مزاحمت پر بہت اثر پڑتا ہے

مھذا نمک کو حل کرنے کے لئے تازہ کشید کیا ہوا پانی لینا چاہئیے یہ پانی شاٹ (Schott) کے کارخانہ کے شیشہ کے برتن میں رکھنا چاہئیے۔ معمولی شیشہ پانی میں کسیقدر حل ہوتا ہے۔ اور اس سے پانی کی موصلیت میں معتدبہ ترقی محسوس ہوتی ہے۔

فہرست اصطلاحات

عملی مقناطیسیت و برق

(برائے بی۔ اے)

A

Absolute units	مطلق اکائیاں
Accumulator	برقی ذخیرہ خانہ
Aadapter	وصلی
Adjustable resistance frame	تغیر پذیر مزاحمت کا چوکھٹا
Alternating current	متبادل رَو
Ammeter	ام پیما (یا ایم پیما)
Angular velocity	زاویئی رفتار
Anion	آینا یون
Anode	اینوڈ
Anti-Kathode	ضد کیتھوڈ
Armature	محافظ۔آرمیچر
Astatic system of needles,	اچل نظام کی سوئیاں
Attracted iron ammeter	جاذب آہن ام پیما

B

Back E. M. F.	رجعی محرکہ برق
Balance point	نقطۂ توازن
Ballistic galvanometer	بیلسٹک (اندفاعی) رو پیما
Band brake	روک پٹی
Batten lamp-holder	بیٹن لمپ ہولڈر
Bobbin	پھرکی
British Association Units	برٹش اسوشیئشن والی اکائی
"Broadside-on" position	"آڑی" وضع
Brushes	بُرش

C

Cable	برقی طناب
Calibration	تعییر
Calorimeter	حرارہ پیما
Candle-power	بتی طاقت
Capacity	گنجائش
Carbon strip	کوئلہ کی دھجی
Carey Fosler	کیری فوسٹر
Charge	برقی بار
Chemical equivalent	کیمیائی معادل
Closed circuit	بند دَور
Coefficient of mutual induction	باہمی امالیت
Commutator	منقلب
Compensating leads	تاوانی رہنما تار

Compound wound dynamo	مشترک لپیٹا ہوا ڈنامو
Condenser	مکثفہ
Condensing electroscope.	مکثف برق نما
Conductivity	موصلیت
Conjugate arms	زوجی پہلو
Control magnet	سوئی پر ضبط و اختیار رکھنے والا مقناطیس
Correction factor	تصحیحی جزو ضربی
Coulomb	کو لو مب
Couple (verb)	منعقد کرنا

D

Damping	قسر کرنا
Daniell	ڈینیل
Dead-beat	سُست گام
Declination (magnetic)	مقناطیسی انصراف
Deflecton method	طریقۂ انصراف
Diagonal type commutator	وتر کی قسم کا منقلب
Dip cirele	مقناطیسی میلان کا زاویہ
Discharge	برقی اخراج
Double-bridge (Kelvin's)	(کلون کا) دوہرا پل
Double-plug switch	دو ڈاٹوں والا سوئچ
Double-pole throw-over switch	دو وضعی الٹانے کا "
Dynamo	ڈنامو
Dyne	ڈائین

E

Earth-inductor	ارضی امالی آلہ
Efficiency	استعداد
Electrochemical equivalent (E.C.E)	برقی کیمیائی معادل (ب،ک،م)
Electrode	برقیرہ
Electrolysis	برق پاشیدگی
Electrolyte	برق پاشیدہ
Electromagenetic induction	برقی مقناطیسی امالہ
E. M. F.	م، ب
Electron	برقیہ (الیکٹرون)
Electrophorus	برق بردار
Empirical	امتحان یا تجربہ سے متعلق
End-Correction	سرے کی تصحیح
End-on position	"سیدہی" وضع
Equipotential lines	ہمقوۃ خطوط

F

Farad	فیراڈ
Faraday	فیراڈے
Figure of merit	فیگر آف میرٹ (ہندسہ قابلیت)
Fluorescence	سیل اسپاری تزہر (عارضی تزہر)
Flux	فلکس (نفاذ)

G

Galvanometer constant	رو پیما کا مستقل

Galvanometer Shunt	رَو پیما کا شنٹ (یا عاطف)
" Throw	" " کی جست
Gram atom	گرام جوہر
Gauss	گاوس
Gram moleoule	گرام سالمہ

H

Helmholtz	ھلم ھولٹس
Hot wire instrumelt	گرم تار والا آلہ

I

Inclination (magnetic)	(مقناطیسی) میلان
Ipductance	امالیت
Inefficiency	عدم استعداد
In parallel	ہمتوازی
In series	ہمسلسلہ
International ohm	بین الاقوامی اوہم

J

Joule	جول

K

Kathode	کیتھوڈ
Kation	کیٹایون
Kelvin	کلون

Key	کنجی
Kilowatt	کیلوواٹ

L

Leclanche	لیکلانشے
Legal ohm	قانونی اوم
Litmus paper	لتمسی کاغذ
Live wire	زندہ تار
Load	کام کا بوجھ

M

Magnetic meridian	مقناطیسی نصف النہار
" Moment	" معیار اثر
Magneta-dynomo	مگنیٹوڈنامو
Magnetometer	مقناطیسیت پیما
Magneto-motor	مگنیٹوموٹر
Mance	میلنس
Maxwell	میکسول
Method of substitution	طریقۂ تبادلہ
Microfarad	میکروفیراڈ
Milliammeter	ملی ام میٹر
Moment of inertia	جمود کا معیار اثر

N

Negative glow	منفی دمک

Neutral point	تعدیلی نقطہ
Null metted	عدم انصراف کا طریقہ

O

Oersted	ایرسٹڈ
Ohm's law	اوہم کا کلیہ
Open circuit	کھلا دور
Order of magnitude	رتبۂ مقدار
Oscillating system	اہتزازی نظام

P

Parallel type commutator	متوازی قسم کا منقلب
Paul's commutator	پال کا منقلب
Plug-key	ڈاٹ کنجی
Pohl	پول
Polarisation	تقطیب
Positive column	مثبت قطار
P. O. lox	پوسٹ آفس کی بکس
P. D.	ت ، ق
Potentiometer	قوۃ پیما
Practical units	عملی اکائیاں
Primary coil	ابتدائی لچھا

R

Ratio arms	نسبت نما پہلو

Rectification	تصحیح
Reduction factor	تحویلی جزو ضربی
Resistivity	مزاحمیت
Reversing switch	الٹانے کا سوئچ
Revolution	گردش
Rheostat	مقوم
Ruhmkorff's coil	روھمکورف کا لچھا

S

Searle	سرل
Secondary cell	ثانوی خانہ
Coil	؍؍ لچھا
Sensivity	حساسیت
Series wound dynamo	بسلسلہ لپیٹا ہوا ڈنامو
Short-circiut	قصر دور
Shunt wound dynamo	ہمتوازی لپیٹا ہوا ڈنامو
Slide wire bridge	تار کا پل
Slip rings	پھسلوان حلقے
Specification	تخصیص
Specific resistance	نوعی مزاحمت
Standardisation	تعییر
Step-down transformer	اتار کا مبدل
Step-up	چڑھاؤ کا ؍؍
Stewart and gee	سٹیورٹ اور گی
Suspended coil galvanometer	معلق لچھے والا روپیما

S. W. G.	سٹینڈرڈ وائر گیج
Systematic error	ترتیبی یا نظامی خطاء

T

Tapping key	کھٹکھٹانے کی کنجی
Temperature coefficient	تپشی شرح۔ شرح تپش
Tractive force	قوت کشش
Transformer	مبدل
Twin flexible connection	دوھرا ملائم جوڑ
Twist	مڑوڑ
Two-way switch	دو وضعی سویچ

U

Unidirectional	ایک سمتی

V

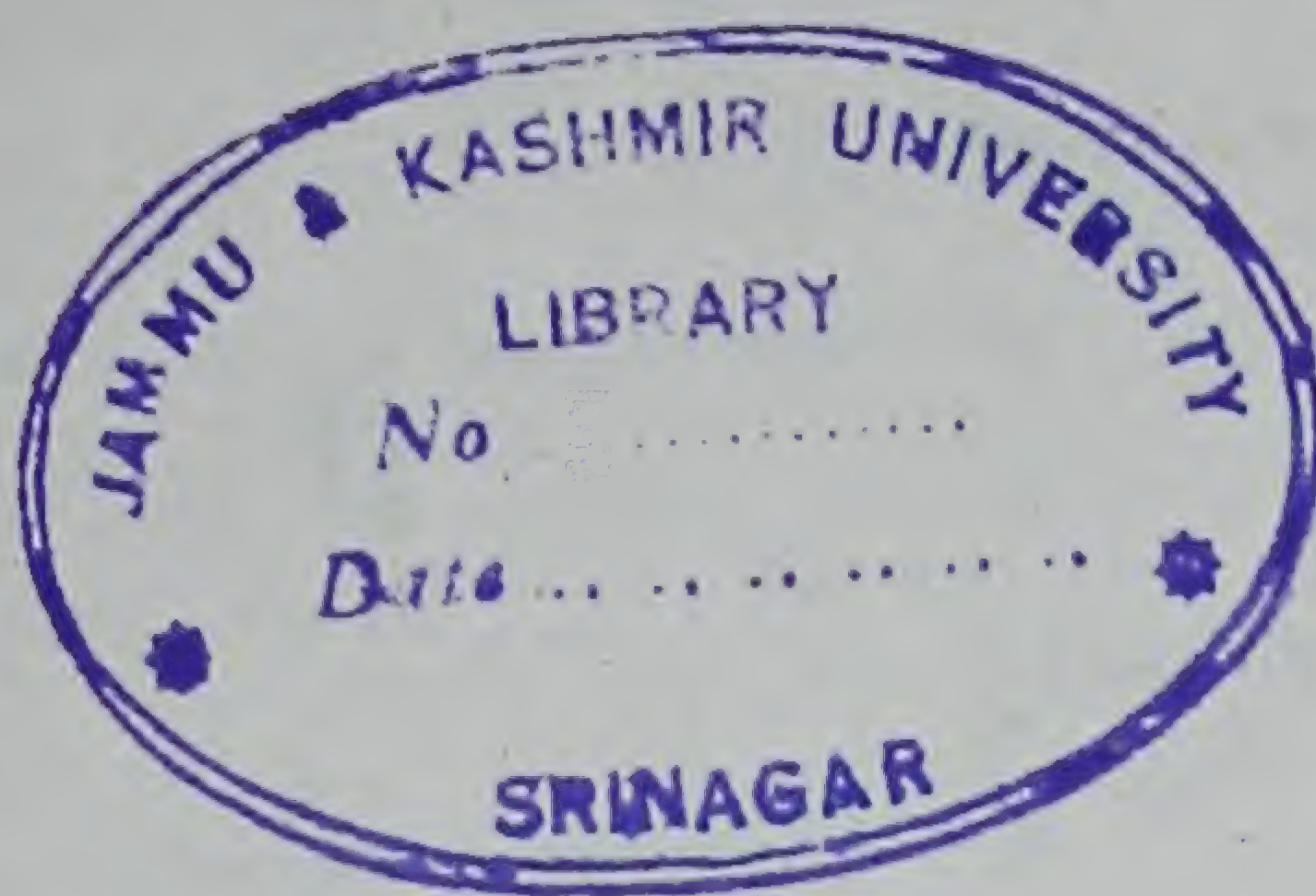
Vacuum tube	خلائی نلی
Voltameter	والٹامیٹر (کیمیائی برقی رو پیما)
Voltmeter	اولٹ پیما

W

Watt	واٹ
Wheatstone's bridge	ویٹسٹون کا پل

سرسری مفروضہ	Working hypothesis

X

لاشعاعیں	X-rays

اغلاط نامہ طبیعیات عملی

مقناطیسیت و برق

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
(تمہید) ۲	۱۴	تعبیر	تعبیر
اصل کتاب ۳	۱۳	باالفاظ	بالفاظ
″	۱۸	مقناطسی	مقناطیسی
″	۱۹	مقناطس	مقناطیس
۴	۱۵	لوہچوں	لوہچون
۵	۵	الپنوں	الپینون
۸	۲۱	تعدلی	تعدیلی
″	شکل (۵)	خط ش ج کا	وسطی نقطہ س لکھا جائے
۱۲	۲	مس ∠ عہ	جم ∠ عہ
۱۳	۲۰	رکھی	رکھا
۱۴	۲	ہیں	ہے
۱۷	۲۰	حاہئیں	چاہئیں
۲۰	۱۱	رکرڑنا	رگڑنا
۲۴	۳	(ج)	(ح)
۲۵	۱۱	خقیف	خفیف
۲۶	۷	لیکن	ٹیکن

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۷	۱۵	$\frac{ق}{ح}$	$\frac{ق}{ف}$
۲۹	۱	$ط^{۳}$ف مس ∆ز	$ط^{۳}$ مس ∆ز
"	۱۰	لیٹا	لِٹا
۳۲	۱۱	عائندہ	نمائندہ
۳۳	۶	شکل (۱۲۰)	شکل (۱۷)
"	آخری	$ح_{۲}$ف مس $∆ز_{۲}$	$ح_{۲}$ = ف مس ∆ز
۳۶	شکل کے نیچے لکھا جائے		(شکل ۱۹)
۳۸	۱۰	$(ط_{۲}^{۲} = ل_{۲}^{۲})^{۲}$	$(ط_{۲}^{۲} - ل_{۲}^{۲})^{۲}$
۴۴	۵	(ف)	(م)
"	۶	(ف	(ف)
۴۷	۲	(ح + ف)	(ح + ف.)
"	۱۴	ف - ف	ف - ف.
۴۸	۱۱	ہوما	ہونا
۴۹	۲۰	ف + ح	ف. + ح
۵۳	۲۰	ریشہ کے	ریشہ کی
۶۰	شکل (۲۲) میں بجائے ا اور ب ۲ا اور ۲ب لکھا جائے		
۶۲	۱۳	$\frac{ط}{(ط^{۲} - ل^{۲})^{۲}}$	$\frac{۲ط}{(ط^{۲} - ل^{۲})^{۲}}$
"	۱۴	$\frac{(ط^{۲} - ل^{۲})^{۲}}{۲ط}$	$\frac{(ط^{۲} - ل^{۲})^{۲}}{۲ط}$ مس ∆ز

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۶۴	۵	سیرے	سِرے
۶۷	۲۱	کرجانے	گرجانے
"	آخری	مقناطییوں	مقناطیسوں
۷۰	۲۳	تحربہ	تجربہ
۷۲	۳	برقی سکونی تجربے	سکونی برقی تجربے
"	۵	فلالیں یا ریشم	فلالین یا ریشم
"	۱۲	مثبت یا شیشہ	مثبت یا شیشہ
۷۴	۵	سرمے	سرے
۷۸	۲۰	جلا جاتا ہے	چلا جاتا ہے
۷۹	۴	آینوسی	آبنوسی
"	۸	منی	بنی
"	۱۵	فاراڈے	فیراڈے
۸۰	شکل (۲۶) کے نیچے	"	"
"	آخری	"	"
۹۱	۱۸	کا عمل	کا عمل
۹۴	۱۹	کرد	گرد
۹۶	۸	آئنکی	آہنگی
"	۱۴	قطیوں	قطبوں
"	۱۸	سرے ہے	سرے سے
۹۸	۴	تار کے برقی رو	تار کی برقی رو
۱۰۲	۲۱	ہوتا ہے	ہوتی ہے
"	۲۳	کا مڑوڑ	کی مڑوڑ
"	"	رکھتا ہے	رکھتی ہے

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۰۵	۱۵	فاصلہ کے عکسی	فاصلہ کے ساتھ
"	۶	مربع کی نسبت سے	بالعکس
۱۰۶	۴	دہتے	دہتے
"	۵	کے گردش	کی گردش
۱۰۸	۱۶	لے مستوی	کے مستوی
۱۱۶	۱۵	سمٹ	سمت
۱۱۸	۱۲	پیچوں	پیچوان
۱۲۱	۲	قیمتیں	قیمتیں
۱۳۶	۴	رو پیما کے	رو پیما کی
۱۴۴	۱۳	$سم_{۲}$	$سم_{۱}$
۱۴۶	۷	حیثیت	حیثیت
۱۵۰	۱۰	ص	ض
"	۱۱	$\frac{م_۱ + م_۲}{م_۱ + م_۲}$	$\frac{م_۱ + م_۲}{م_۱ - م_۲}$
۱۵۱	۱۹	ایکساں	یکساں
۱۵۲	۱۱	یر وہی	پر وہی
۱۵۷	۲۳	اس سے اس	اُس سے اس
۱۶۲	۲۲	قیکل (۴۷)	شکل (۴۷)
۱۶۵	۲	$\frac{لن_۱^۲}{لن}$	$\frac{لن_۱}{لن}$
۱۶۹	۱	کساتھ	کیساتھ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۷۰	شکل (۵۰) میں ح کے عوض ج لکھا جائے		
۱۷۱	۶	رویں	روئیں
۱۷۲	۱۱	باہمدیجر	باہمدیگر
۱۷۶	۱	(۲)	(ل)
۱۷۷	۱۶	جکہ	جگہ
۱۷۹	۱۲	چونکہ	چونکہ
۱۸۰	آخری	چاہئیمں	چاہئیں
۱۸۲	۳	منتقل	منتقل
۱۸۶	۶	ہوں	ہو
۱۸۹	۶	حب	جب
۱۹۳	۴	جونہی	جونہی
۱۹۸	۹	کیسری فوسٹر	کیری فوسٹر
۱۹۹	۱۲	کے خطاؤں کو	کی خطاؤں کو
۲۰۰	۴	ل + ل۲	ل۱ + ل۲
۲۰۳	۲	پل کے	پل کی
"	۵	قریب کے درزوں	قریب کی درزوں
"	۱۷	سروں کے	سروں کی
"	۱۸	پہلے	پہلی
"	۲۰	دوسرے	دوسری
۲۰۴	۱	لا۱	لا۱
"	۴	ما۱	ما۱
"	۱۱	دوسم	سنتی میٹر
"	آخری	تخمینن	تخمین

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۰۷	۸	درز	درزوں
〃	۱۲	باہر والے	باہر والی
〃	۱۳	پل کے	پل کی
۲۰۸	۱۲	مزاحمت ہے	مزاحمت
〃	آخری	〃	〃
۲۰۹	۱	نشان د۱)	نشان (۱)
〃	۸	کی جاتی سے	کی جاتی ہے
۲۱۰	۹	پلاطینتم	پلاطینم
۲۱۳	۲۱	پیمائش	پیمائیش
۲۱۷	۹	دہتی	دیتے
۲۱۸	۱۰	ایرن	ایون
〃	۱۶	(۴) برقی رو	(۴)، برقی رَو
〃	۲۱	تعداد	مقدار
۲۲۰	۵	سے	سے فی ثانیہ
۲۲۵	۷	شاول	شارل
۲۲۰	۱۱	ح =	ح. =
〃	۱۲	مٹی	مئی
۲۳۴	۱۴	کیتھوڈ	کیتھوڈ
۲۳۶	۱۱	تحیت	تحت
۲۳۹	۹	کے مساوات	کی مساوات
۲۴۱	۶	منتقل	منتقل
۲۴۲	۲	جس بتی -	جس کا بتی
〃	۳	جا بنتا	جانتا

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۴۲	۵	مبداء	مبداء
"	۱۱	تعیین	تعیین
"	"	کی ہتی طاقت،	کی دہتی طاقت،
۲۵۱	۳	اس	اسی
۲۵۶	۱۹	ونٹ،	دنٹ،
۲۵۷	۶	ہتھوڑی	ہتھوڑے
"	۱۳	لوک	نوک
"	"	ہتھوڑی	ہتھوڑے
"	۲۳	سخص	شخص
۲۵۸	۶	ثیرارے	شرارے
"	۱۰	برقیرہ	برقیرہ
۲۶۱	۱۹	بیمائش	پیمائش
۲۶۹	۷	کے صحت عمل	کی صحت عمل
۲۷۲	۲۰	آریچر	آرمیچر
۲۷۵	۱۷	ریکلی	ریلی
۲۸۰	۱۰	(تہ۱ - تہ۲)	(تہ - تہ.)
۲۸۸	۶	ا کو ب	ا کو ھ
"	۷	اور ھ کو	اور ب کو
۲۹۰	۹	مرگز	مرکز
۲۹۲	۱۹	ہلم ہولٹیس	ہلم ہولٹس
۲۹۴	۲	$(ص^2 + لا^2)\frac{3}{2}$	$(ص^2 + لا^2)^{\frac{3}{2}}$
۲۹۶	۱۸	سوئی کے ایک	سوئی کے، ایک

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۹۹	۲۲	زمادہ	زیادہ
۳۰۰	آخری	چھپے	پچھے
۳۰۶	۲	کے مڑوڑ	کی مڑوڑ
"	۷	"	"
"	۱۹	زاویہ کے	زاویہ کی
۳۱۲	۱۰	ایک نمائندہ	نمائندہ
"	آخری	پچھے والے ام پیما	پچھے والا ایم پیما
۳۱۸	۷	منقلب میں موچے کے	منقلب میں موچے کے
"	۸	ملانے والا خط	ملانے والا خط
۳۲۲	۲	تصیحح کرنے	تصیحح کرلے
۳۲۳	۲	کھکھٹانے کی	کھٹکھٹانے کی
۳۲۵	۱۰	تیدیل	تبدیل
"	آخری	S. W. Q.	S. W. G.
۳۲۷	۹	اگرہ ڈاٹ آ	اگر ڈاٹ آ
۳۳۰	۵	تغییر پذیر	تغیر پذیر
۳۳۱	۷	(زیادہ	زیادہ
"	۱۶	مزاحمت	مزاحمتیں
"	۲۳	برنی	برقی

فہرست اصطلاحات

۹	۱۰	ایگ سمتی	یک سمتی

زائد مضمون منجانب مترجم

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۸	۱۳	دوسرے کے	دوسرے سے
"	۱۴	لپیٹے ہوتے ہیں	لپیٹے ہوئے ہوتے ہیں
۱۳	۱۴	ک۔	ک
"	۱۸	لَ ج	لَ جَ
۱۴	۸	کرلیا جائے	کرلیا جاتا ہے
"	آخری	گزرتیوالی	گزرنیوالی
۱۷	شکل (۶)	ک	کَ
۱۸	۱۴	کنجیاں۔ دبائی	کنجیاں دبائی
۲۰	۱۷	مزاحمت	امالیت
۲۸	۱	پچھے	پچھے
"	۹	ثانوی	ثانوی
۲۹	۹	شیشے کے	شیشے کی